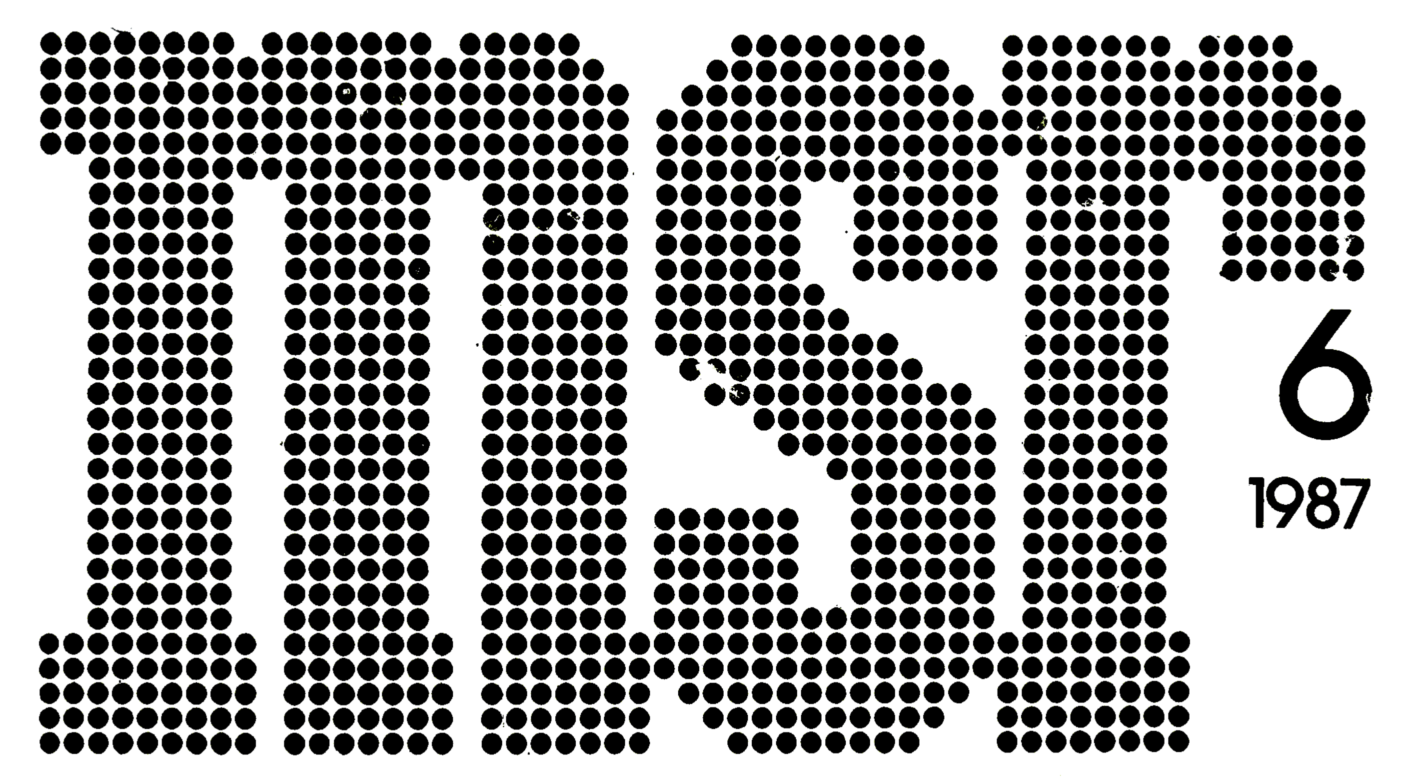


6
1987

messen·steuern·regeln

-4mA
B /GC
-1 5 GL MESUMF 01
A27 C15 A25 C25
A /ZNC
A5 C3 C17 A29 ZE ELNETZ 01
RA in - Ltg.
- +
N
220V,50Hz
L



VEB
Verlag Technik
Berlin
EVP: 4,- M

Im Blickpunkt:

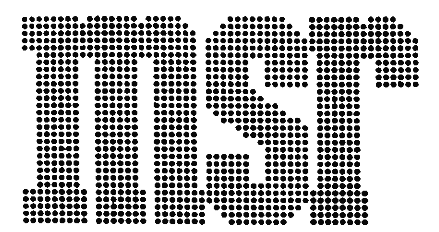
Rechnergestützte Projektierung der Anlagenautomatisierung

Zur Erschließung von Effektivitätsreserven und zur Überwindung des ständig zunehmenden Kapazitätsengpasses in der Projektierung ist die in den staatlichen Orientierungen geforderte und in den Arbeitsrichtlinien der WGMA propagierte Rechnerunterstützung für alle Phasen der Investitionsvorbereitung unerläßlich. Für die Arbeitsetappen mit großem Anteil an Routinearbeit (z. B. Verdrahtungsunterlagen, Materialwirtschaft) ist das für die Anlagenautomatisierung seit langem in Entwicklung und Anwendung und meist auch aus der Etappe selbst heraus zu bewerten. Dagegen ist die Rechnerunterstützung für die frühen Phasen des Entwurfes (Aufgabenstellung) nicht so naheliegend, weil dort schöpferische Anteile in der Bearbeitung dominieren. Aber gerade dort wird die Grundlage für die Effektivität späterer Bearbeitungsetappen und der fertigen Anlage gelegt. Gegenwärtig wird viel Kapazität durch Rückfragen und nachträgliche Änderungen verschwendet, wenn die Ziel- oder Aufgabenstellungen fehlerhaft, unvollständig oder unpräzise sind. (Aber gerade das muß man als das Normale annehmen.)
Komplexität der Automatisierungsobjekte einerseits (horizontal) und des Investitionsprozesses andererseits (vertikal) erfordern die Rechnerunterstützung zur Verwaltung aller Teil- und Zwischenergebnisse auch für die dominierend schöpferischen Entwurfsphasen. Die Rechnerunterstützung rationalisiert dabei kaum die Bearbeitungsetappe, sie erzeugt aber Effekte durch die Reduzierung unproduktiver Rückfragen und Projektänderungen oder Nachträge. Der wesentliche Nutzen und Kapazitätsgewinn entsteht dabei in nachfolgenden Bearbeitungsetappen.
Das stellt qualitativ hohe Anforderungen an die Nutzensbetrachtung, da der Gesamtprozeß und seine Durchgängigkeit unabhängig von der Weitergabe der Verantwortung in der Investitionsvorbereitung und -durchführung zwischen den beteiligten Betrieben oder den Leitungsbereichen des Anlagenbaubetriebes einzuordnen sind.
Die Gesamtproblematik der CAD-Lösungen zur Automatisierung ist weiterhin damit belastet, daß die Vorstellung von einer additiv den Anlagen hinzufügbaren Automatisierungsausrüstung (wie eine notwendige Verzierung) noch nicht restlos überwunden ist. Gerade im Ergebnis der Entwicklung von Automatisierungssystemen auf der Basis verteilter Mikrorechner werden die funktionelle Durchdringung der Gesamtanlage und der Zwang zur dynamischen Betrachtung des Gesamtsystems immer deutlicher. Der um Größenordnungen steigende mögliche Funktionsumfang der Automatisierungsmittel zwingt außerdem dazu, die konzeptionelle Arbeit mit der Bedienstruktur und deren Bilanzierung zu beginnen.
Mehr als 50% der Projektierungskapazitäten für die Automatisierung sind auf Einheiten mit weniger als 10 Personen verteilt. Im Interesse der Breitenwirkung müssen effektive CAD-Lösungen hinsichtlich der Rechnerbasis darauf Rücksicht nehmen.
Das hauptsächlich vom Industrie-Hochschul-Komplex in der Sektion Automatisierungsanlagen der TH Leipzig vertretene modulare CAD-Konzept für Automatisierungsanlagen nimmt darauf Rücksicht. Im Vergleich zu einer für Großanwender maßgeschneiderten Lösung erfordert das Kompromisse, die im Interesse der einheitlichen Gesamtlösung einzugehen sind.
Die Entwicklung einer brauchbaren Gesamtlösung erfordert beträchtlichen Aufwand. Deshalb muß man davon ausgehen, einzelne Module als Insellösung in die Praxis einzuführen und sie erst allmählich zur durchgängigen Gesamtlösung zusammenzufügen. Auch das erfordert Zugeständnisse, die zunächst in der Anzahl der Zwischen- und Übergabedateien ins Auge fallen. Entsprechend den oben genannten Kapazitätsüberlegungen ist das gesamte Konzept auf Büro- oder Personalcomputer zu orientieren. Problematisch bleibt dabei die Datei über die Bauteile. Deshalb sollte ein mindestens mittlerer Rechner im Hintergrund verfügbar sein, der entweder für Aufgaben über Terminals direkt genutzt wird oder für die Bürocomputer Auszüge der Bauteildatei aufbereitet. In diesem Zusammenhang muß man sich daran erinnern, daß bei der Anlagenautomatisierung im Gegensatz beispielsweise zur Starkstromtechnik die Variantenvielfalt aufgabengegeben ist. Schließlich muß auch die technologisch bedingte Vielfalt zu erfassender und zu beeinflussender physikalischer Größen und deren Parameterbereiche sowie Bereiche von Anschlußbedingungen (Nennweiten, Medien, Nenndrücke) bedient werden.
Betrachtet man den erreichten Stand der Lösungen und Konzeptionen kritisch, so muß man feststellen, daß die Verzahnung zu CAD-Lösungen der Maschinen-, Apparate- und Rohrleitungstechnik bisher völlig unzureichend ist. Beispielsweise entstehen fast alle Parameter für die Bedingungen am Meß- und Stellort, die in der MSR-Stellenliste zu handhaben sind, im Apparate- oder Rohrleitungsprojekt. Alle Angaben zur Dimensionierung von Meßblenden und Stellventilen sind Ergebnisse des Rohrleitungsprojektes. Eine gewerkeübergreifende Kopplung der CAD-Lösungen einschließlich der möglichen Nutzung zweckmäßiger Rückwirkungen (z. B. notwendiger relativer Druckabfall im Stellventil) wurde aber bisher kaum in Angriff genommen. Wenig wurde bisher auch über die optimale Eingabeform von Aufgabenstellungen in den Rechner gearbeitet. Im allgemeinen wird vorausgesetzt, daß die Eingabe über die Tastatur erfolgt, ggf. mit grafischer Unterstützung auf dem Bildschirm. Die Entwicklung der rechentechnischen Basis ist aber inzwischen soweit fortgeschritten, daß auch an maschinelles Lesen handschriftlicher Listen oder an gesprochene Eingabe gedacht werden sollte.
Zusammenfassend kann man folgende wesentliche Aufgaben für die weitere Entwicklung formulieren:

- rechnergestützte Aufgabenaufbereitung und -prüfung
- Betrachtung der Nutzenskomponenten über den gesamten Investitionsprozeß
- Reduzierung des Eingabe- und Zwischendateibedarfes zwischen den CAD-Modulen
- gewerkeübergreifende Kopplung von CAD-Lösungen
- strategische Überlegungen zur optimalen Eingabeform.

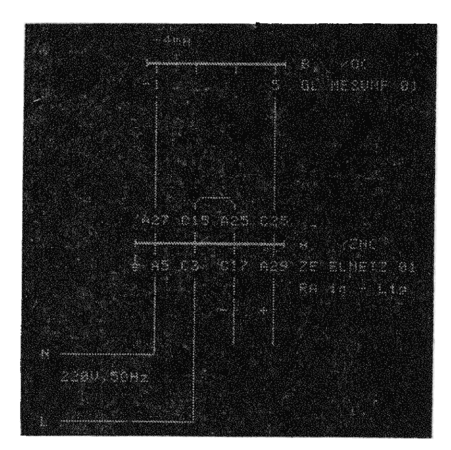
Mit CAD wird eine Objektivierung der Lösungen erreicht, mit deren Hilfe Festlegungen getroffen werden können, an welcher Stelle im technischen Vorbereitungsprozeß die Verantwortung (GAN-NAN) zu übergeben ist. Dabei wird die Doppelarbeit beiderseits derartiger Verantwortungsgrenzen reduziert, da das Resultat des betreffenden CAD-Bausteins im Gegensatz zu manuell erarbeiteten Lösungen von beiden Partnern gleichermaßen zu akzeptieren ist.

msr 8617 Prof. Dr. sc. techn. *R. Müller*, Vorsitzender des FA 10 „Projektierung" der WGMA



messen·steuern·regeln

Wissenschaftlich-technische Zeitschrift für die Automatisierungstechnik



Mit Hilfe eines für quasigrafische Arbeitsweise modifizierten Bürocomputers können Schaltpläne im Dialog rationell erstellt, verwaltet und ausgedruckt werden. Das Titelbild zeigt einen Teilfunktionsschaltplan für Füllstandsmessungen, der als Bestandteil einer Disketten-Stammdatei zum Aufbau von Funktionsschaltplänen am Bildschirm verwendet wird.
Näheres dazu finden Sie in unserem Beitrag auf S. 251.

Titelgrafik: *G. Schwesinger*

Herausgeber:

Wissenschaftlich-Technische Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik (WGMA) in der KDT



30. Jahrgang
Juni 1987

VEB
VERLAG TECHNIK

AUFSÄTZE

ISSN 0026-0347

R. Müller; U. Engmann; H. Wolf

Aufbereitung und Prüfung der Aufgabenstellung – eine Voraussetzung für die Effektivität von CAD-Lösungen zur Projektierung automatischer Anlagen[1]

0. Einleitung

Bei der Projektierung von Automatisierungsanlagen ist für alle Phasen der Investitionsvorbereitung Rechnerunterstützung zur Erschließung von Effektivitätsreserven und zur Überwindung des zunehmenden Kapazitätsengpasses unerläßlich. Für die Arbeitsetappen mit großem Anteil Routinearbeit (z. B. Verdrahtungsunterlagen) ist diese Technik eingeführt bzw. im Entstehen. Dagegen ist die Rechnerunterstützung für die frühen Etappen des Entwurfes (Aufgabenstellung) nicht so naheliegend, weil die schöpferischen Anteile bei der Bearbeitung dominieren. Aber gerade dort wird viel Kapazität durch Rückfragen und nachträgliche Änderungen verschwendet, wenn die Ziel- oder Aufgabenstellungen fehlerhaft oder unpräzise sind (z. B. nennt *Steusloff* [1] beachtliche Größenordnungen für Änderungskosten). Die Rechnerunterstützung rationalisiert dabei kaum die Bearbeitungsetappe, sie erzeugt aber Effekte durch die Reduzierung unproduktiver Rückfragen und Projektänderungen oder Nachträge. Nutzen und Kapazitätsgewinn entstehen in den nachfolgenden Bearbeitungsetappen (*Graul* und *Krauße* [2] nennen z. B. Einsparungen an Inbetriebsetzungszeit für speicherprogrammierte Steuerungen um Faktor 5 bis 10). Zwei weitere wesentliche Nutzenskomponenten sind die mit der Rechnerstützung der Aufgabenstellung herbeizuführende Systematisierung der Gesamtanlage und der darin verwendeten Kennzeichnungen sowie die Aktualisierung aller Unterlagen nach Änderungen[2]). Beides wirkt sich günstig auf die Instandhaltung und folglich auf die Betriebssicherheit aus. Damit wird deutlich, daß zu derartigen CAD-Läsungen übergreifende Nutzensbetrachtungen über mehrere Arbeitsetappen und oft auch Struktureinheiten oder Betriebe anzustellen sind, da wesentliche Komponenten des Nutzens nicht im jeweiligen eigenen Verantwortungsbereich anfallen [3] und [4]. In [4] wurden geschätzte qualitative Angaben zur Veränderung der Aufwendungen dargestellt. Inzwischen liegen Daten aus einer größeren Anzahl großer realisierter Anlagen mit PS 2000 vor. (Die PS 2000 ist besonders projektierungsfreundlich, CAD-Lösungen für andere Steuerungssysteme sind zwar schwieriger, versprechen aber noch größere Effekte). Daraus wurde auf eine fiktive Bezugsanlage mit 100 E/A-Prozeßsignalen umgerechnet und alle Angaben darauf normiert. Das Ergebnis zeigt Bild 1[3]). Die CAD-Lösungen in den frühen Phasen führen zu Ergebnissen, die man als Qualitätsverbesserungen der Projekte werten muß.

Bild 1. Darstellung der Aufwendungen bei der Verwirklichung einer speicherprogrammierten Steuerung (SPS) auf der Grundlage konventioneller oder rechnergestützter Projektierungsmethoden

VA verbale Aufgabenstellung (AST); PRAP formalisierte AST; LP Logikplan; MW Mitwirkung an AST; STAP Steuerablaufplan; SP Softwareprojekt; HP Hardwareprojekt; MT Montagetechnologie; P Programmierung; Al Arbeitsleistung; IB Inbetriebsetzung; R Zeichnungsrevision

1. Einfluß der Arbeitsteilung bei der Investitionsvorbereitung auf die Notierungsverfahren

Die Anlagenautomatisierung wird üblicherweise arbeitsteilig vorbereitet. Als Ingenieurdisziplinen treffen Verfahrenstechnik- zbw. Verfahrenstechnologie und Automatisierungstechnik auf einander. Als juristische Personen sind das auf der einen Seite Verfahrensträger, Anlagenbau, z. B. Chemieanlagenbau, Kraftwerksanlagenbau usw., Generalauftragnehmer, Hersteller der Maschinen-Apparate- und Rohrleitungstechnik und auf der anderen Seite der Automatisierungsanlagenbau. In gewissem Umfang sind Automatisierungstechniker in Automatisierungsabteilungen oder -bereichen bei den o. g. Institutionen der Verfahrenstechniker der Partner auf Seiten der Automatisierung anstelle oder zeitlich vor dem Automatisierungsanlagenbau. Die Beherrschung dieser Arbeitsteilung, nicht zuletzt auch unter juristischen Belastungen, ist entscheidend für den Gesamteffekt, der oft bei keinem der beiden genannten Partner, sondern bei einem Dritten, dem Betreiber, wirksam wird. Im Falle der Eigenrationalisierung bleiben diese Strukturen prinzipiell erhalten, die verschiedenen Abteilungen eines Kombinates verhalten sich im Umgang miteinander nicht prinzipiell anders als Be-

---

Prof. Dr. sc. techn. *Rainer Müller* (54) studierte nach einer Lehre als Werkzeugmacher von 1952 bis 1957 Wärmetechnik an der TH Dresden. Von 1957 bis 1961 Entwicklungsingenieur im VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow und von 1961 bis 1965 wissenschaftlicher Mitarbeiter im VEB Energieprojektierung Berlin. Von 1965 bis 1968 wissenschaftlicher Mitarbeiter und von 1968 bis 1972 Dozent an der Sektion TBK der TH Ilmenau. 1967 Promotion A an der TU Dresden. 1972 bis 1974 Leiter des Wissenschaftsbereiches Technische Kybernetik der Sektion Technologie der FSU Jena. 1974 Promotion B an der TH „Otto von Guericke" Magdeburg. 1974 Berufung zum ordentlichen Professor für die Projektierung von Automatisierungsanlagen an die damalige IH, heute TH Leipzig. Dort seither Leiter des WB Projektierung von Automatisierungsanlagen. Vorstandsmitglied der WGMA und Vorsitzender des FA Projektierung in der WGMA.

Dozent Dr.-Ing. *Ulrich Engmann* (51) studierte von 1954 bis 1960 Regelungstechnik an der Hochschule für Elektrotechnik Ilmenau. Dort anschließend bis 1968 wissenschaftlicher Assistent am Institut für Regelungstechnik. 1968 Promotion A zu zeitoptimalen Regelungen. Von 1968 bis 1970 wissenschaftlicher Oberassistent an der Sektion TBK der TH Ilmenau. Von 1971 bis 1973 Abteilungsleiter für Grundlagenforschung, 1974 bis 1976 Hauptabteilungsleiter für Anlagensystemtechnik im VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow. 1976 Berufung zum Honorardozenten, danach zum Hochschuldozenten an die TH Ilmenau. Seit 1976 als Leiter der Lehr- und Forschungsgruppe Automatisierungsanlagen im Wissenschaftsbereich Automatische Steuerung der o. g. Sektion tätig. Von 1979 bis 1984 Stellvertreter des Sektionsdirektors für Erziehung und Ausbildung.

Dozent Dr. sc. techn. *Heinz Wolf* (56) studierte nach einer Mechanikerlehre von 1951 bis 1956 an der TH Dresden Elektrotechnik. Von 1957 bis 1962 wissenschaftlicher Assistent an der Fakultät für Kerntechnik der TH/TU Dresden. Anschließend bis 1965 Leiter einer DAMW-Dienststelle für Schalt- und BMSR-Geräte in Berlin und von 1965 bis 1969 Abteilungsleiter für Leistungselektronik im WTZ der VVB Elektroapparate in Dresden. Seit 1970 Dozent an der IH/TH Leipzig. 1964 Promotion A und 1980 Promotion B.

[1]) Nach einem Vortrag zur CAD/CAM-Konferenz der WGMA in Berlin, vom 17. bis 19. Dezember 1986.

[2]) Die Autoren stützen sich hierbei vor allem auf 10jährige Erfahrungen des Kombinats Kraftwerksanlagenbau Berlin und möchten an dieser Stelle Herrn *Szepanski* für fördernde Diskussionen danken.

[3]) Die Autoren bedanken sich bei Herrn *Grebenstein*, VEB GRW Teltow, für wesentliche Zuarbeiten zum Zahlenmaterial im Rahmen einer externen Diplomarbeit.

triebe. (Im Weltmaßstab ist das Beherrschen dieser Kooperation ein Maß für das Ansehen der jeweiligen Betriebe, das durchaus von den Kunden, z. B. mit Aufträgen, honoriert wird).
Das Problem soll am Beispiel eines Regelkreises näher beleuchtet werden (Bild 2). Der Automatisierungsanlagenbau liefert Regler, Meßeinrichtungen und Stelleinrichtungen, der Maschinen- und Apparatebau die Regelstrecke und der Verfahrensträger die Sollwerte. (Selbstverständlich baut die gesamte Ausrüstung, in der die Regelstrecke liegt, auf Zielvorgaben des Verfahrensträgers auf.) Bei dieser Betrachtung wird leicht übersehen, daß für das funktionelle Zusammenwirken wesentliche immaterielle Leistungen (Ideen, Strukturen) notwendig sind. Gewöhnlich ist deren unerläßliche Lieferung zwischen Verfahrensträger und Automatisierungsanlagenbau aufzuteilen. Die Zuständigkeit für Aussagen über Charakteristika der Störgrößen bleibt zwischen Verfahrensträger und Apparatebau verteilt. Die Funktion des Regelkreises hängt von allen Gliedern im Kreis ab, allein schon die Wirksamkeit des Stellgliedes (Statik) wird z. B. von der Rohrleitungsgestaltung bestimmt. Der Regler kann nicht beliebig Auswirkungen der Dynamik der Regelstrecken kompensieren. Unabhängig von der Funktion des Regelkreises in sich ist seine Nützlichkeit vom gewählten Sollwert und den Störungen abhängig. Dabei ist es bisher in der Regelungstechnik weitgehend üblich, Angaben über Meß- und Stellorte zu akzeptieren ohne nach der Qualität dieser Festlegungen zu fragen.
An diesem Beispiel sollte deutlich werden, daß hier Wirkungen in einem Schema zusammengefaßt werden, die von 3 verschiedenen juristischen Personen zu verantworten sind. Könnte man heute unter dem Gesichtspunkt der Anlagenprojektierung den Regelkreis neu erfinden, würde man sich 3 verschiedene zueinander definiert paßfähige Darstellungen wünschen, die jede mit einer Unterschrift für eine klar abgegrenzte Verantwortung zu besiegeln ist [4]. Daran wird klar, daß der Beitrag der Automatisierung keine additiv anfügbare Verfeinerung der Maschinentechnik sein kann und daß die Qualifizierung der Aufgabenstellung für die Automatisierung einiger Überlegungen bedarf.
Bei oberflächlicher Betrachtung ist man geneigt zu glauben, am Beginn der Bearbeitung seien die Ziele der Automatisierung, d. h., die aus Globalzielen abgeleiteten Detailanforderungen an Automatisierungslösungen, klar. Auch das ist keinesweges der Fall. Als Gedankenexperiment soll das Automatisieren des Kuchenbackens im häuslichen Herd dienen. Jeder hat eine Vorstellung, wie ein gelungener Kuchen beschaffen sein soll, will man das aber in Automatisierungszielstellungen ausdrücken, so kommen Kriterien wie Backraumtemperatur, Zeit, Bräunung des Kuchens, Konsistenz des Teiges durcheinander. Die Backraumtemperatur charakterisiert das Problem zwischen meßbarer und wirksamer Variable. Die Frage: „Was soll der Automat machen, wenn der Kuchen vor Ablauf der Zeit zu dunkel wird?“ deutet die Widersprüchlichkeit von Zielstellungen an. An anderer Stelle [5] wurde das Beispiel der Leitungsverzweigung und der Steuerungsprobleme während der Laufzeit der Stellglieder diskutiert.

2. Bisherige Konzepte zur rechnergerechten und prüfgerechten Notierung der Aufgabenstellung

Die Darstellung der Automatisierung in einer lösungsunabhängigen funktionalen Form und einer lösungsorientierten (ausführungsorientierten) Form nach TGL 14091 Bl. 1 und 2 hat sich bewährt und ist Ausdruck der hier diskutierten Teilung. Diese Trennung ist für alle weiteren Überlegungen als Postulat voranzustellen.

2.1. *Binäre Prozeßanalyse*

Am weitesten ausgereift ist vielleicht die als „Binäre Prozeßanalyse“ bezeichnete Methode für Steuerungen [2] und [6]. Natürlich gibt es eine Vielzahl von Verfahren [7] für die rechnergestützte Bearbeitung von Steuerungen, weitaus die meisten setzen aber die Aufgabenstellung als gegeben, richtig und vollständig voraus, eine Prämisse, die bei der Anlagenautomatisierung häufig wesenliche Effekte nicht zugänglich macht.
Breite Anwendung hat die Notierung einer Steuerung als Funktionsplan nach DIN 40719, Teil 6, gefunden. Zur Funktionsbeschreibung der auf der Basis einer geprüften Aufgabenstellung entworfenen Steuerung, d. h. als Projektdokumentation, ist diese zweckmäßig. Für die Prüfung einer Aufgabenstellung ist diese Notierung nicht fein genug. Man sollte deshalb, zumindest bei verzweigten sequentiellen Binärsteuerungen mit nennenswertem Verknüpfungsgrad, erst nach der Prüfung einer Steuerungsaufgabenstellung (z. B. nach [6]) auf die Darstellung als Funktionsplan übergehen.
Die zitierte Prüfung der Steuerungsaufgabenstellung kontrolliert auf Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit und starken Zu-

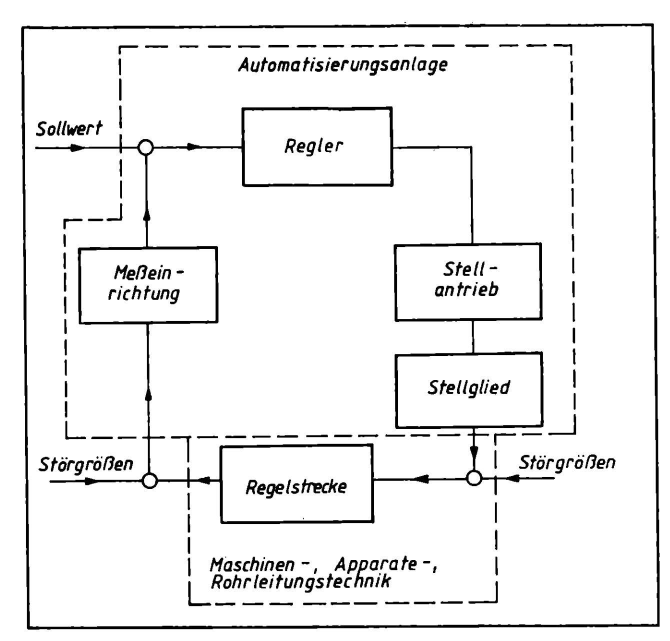


Bild 2. Regelkreis

sammenhang im Sinne der Automatentheorie. Das ergibt folgende Bedingungen:

- Jeder (Grund-) Zustand muß aus einem Ausgangssignal und einer Haltebedingung bestehen.
- Alle zu einem Ausgangssignal gehörenden Übergangsbedingungen müssen genau einem 2. Ausgangssignal zugeordnet sein (Vollständigkeit).
- Alle zu einem Ausgangssignal gehörenden Übergangsbedingungen müssen sich gegenseitig ausschließen (Widerspruchsfreiheit).
- Jedes Ausgangssignal muß von jedem anderen erreichbar sein (starker Zusammenhang des STAP).

Die Aufgabenprüfung ist die wesentliche Quelle der Aufwandsreduzierung durch rechnergestützte Projektierung (s. Bild 1). *Killenberg* [8] hat gezeigt, daß diese Prüfungen an die Freiheit von Parallelabläufen gebunden sind und damit die Darstellung in Ablaufplänen nahelegen. Netzdarstellungen sind dafür nicht gleichermaßen geeignet.

2.2. *Softwarespezifikationssprachen*

Für Softwarelösungen wird die rechnergerechte Formulierung der Aufgabe schon lange diskutiert (Softwarespezifikation). *Racke* und *Rombach* [9] vergleichen die bekanntesten Spezifikationsmethoden. *Engmann* und *Drabek* [10] führen einen Vergleich besonders unter dem Aspekt der Anlagenautomatisierung durch. Nur ein Teil der Sprachen ist echtzeitgerecht und keine geht voll auf die Bedürfnisse einer Gesamtanlage ein, die auf dem Zusammenwirken von

- verteilter Rechentechnik (Basiseinheiten und Leittechnik)
- konventionellen Geräten zur Prozeßkopplung (auf der Meß- und Stellseite)
- parallelen konventionellen Lösungsteilen (z. B. für Sicherungstechnik)
- Einrichtungen zur Bedienerkommunikation (auch gleichzeitig auf verschiedenen Ebenen einer Anlage eingesetzt)
- verteilt eingesetzter Software (von unterschiedlichen Gruppen erarbeitet und implementiert)

basiert.

2.3. *Spezifikationssystem für die Anlagenautomatisierung SPESA*

Als Beitrag zur Schließung der unter Abschn. 2.2. gezeigten Lücke wurde von *Engmann* und *Drabek* [11] bis [13] ein Spezifikationssystem entwickelt. Der Projektierungsprozeß von Automatisierungsanlagen soll zusammen mit der vorbereiteten Problemanalyse und der Erarbeitung der Aufgabenstellung als Folge von angenähert zeitlich aufeinander ablaufenden Etappen angenommen werden (Bild 3). Das entspricht auch weitgehend der Darstellung in [13].
Die in den Etappen zu erreichenden Ergebnisse sollen sich in folgenden Dokumenten widerspiegeln:

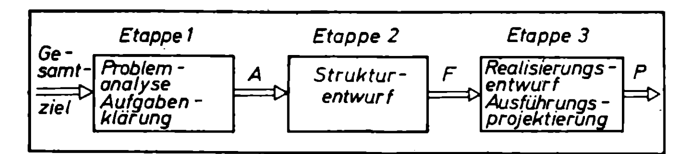


Bild 3. Etappen des Projektierungsprozesses

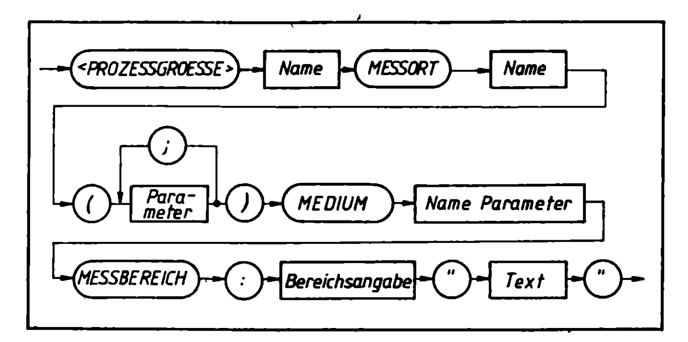


Bild 4. Syntaxgraph zur Spezifikation einer Prozeßmeßgröße

A: Aufgabenstellung

Nach der Problemanalyse für den zu automatisierenden Prozeß, der Klärung technischer, sicherheitstechnischer, ökonomischer, gesetzlicher und sozialer Bedingungen werden die Anforderungen hinsichtlich der Automatisierungsfunktionen unter Einhaltung von Randbedingungen festgelegt. Die Aufgabenstellung soll die beabsichtigten Leistungen der Automatisierungsanlage beschreiben, ohne dabei Entscheidungsvorgriffe auf eine mögliche Realisierung zu machen.

F: Funktionserfüllende Struktur (konzeptionelle Lösung)

Entsprechend der nach Aufgabenstellung festgelegten Automatisierungsfunktionen werden Teilfunktionen abgeleitet und in funktionserfüllende Strukturen umgesetzt. (Selbstverständlich muß die funktionserfüllende Struktur nicht nur Signalflußstruktur, sondern auch Komponenten, wie Zuverlässigkeits- und Bedienstruktur, enthalten.) Hierbei sollten mehrere Varianten erarbeitet, bewertet und eine ausgewählte Variante zur anschließenden Realisierung festgelegt werden.
In dieser Etappe sollte weitgehend das Prinzip der Trennung zwischen funktionserfüllender, d. h. realisierungsunabhängiger Struktur und der Realisierungsstruktur eingehalten werden. Eine Automatisierungskonzeption als Entscheidungsgrundlage muß darüber hinaus den Grobentwurf zur geräte- und programmtechnischen Struktur sowie Aussagen zur Anlagengestaltung, zu ökonomischen Effekten usw. enthalten.

P: Ausführungsprojekt

Die ausgewählte Strukturvariante wird in geräte- und programmtechnische Lösungen umgesetzt. Die konstruktive Gestaltung der Automatisierungsanlage ist festzulegen.
Zur rechnergestützten, möglichst durchgängigen Bearbeitung dieses ingenieurtechnischen Entwurfsprozesses (CAE-, CAD-Prozeß) sind rechnergerechte Beschreibungsmittel für möglichst alle Informationen und Sachverhalte in den einzelnen Etappen erforderlich. Ausgehend von Methoden der Softwareentwurfstechnologie erscheinen Beschreibungs-/Spezifikationssprachen als besonders aussichtsreich für effektive Vorgehensweisen. Damit können Rechnerwerkzeuge zur Unterstützung der Entwurfs-, Analyse- und Dokumentationstätigkeiten in den Etappen eingesetzt werden [11]. Die Anwendung von Spezifikationssprachen wird vom ursprünglichen Einsatzgebiet des Softwareentwurfes auf die komplexen Probleme des Automatisierungsanlagenentwurfs und der Projektierung übertragen. Der Spezifikationsbegriff soll auf alle Etappen (s. Bild 3) angewendet werden, so daß die Ergebnisse als Spezifikationsdokumente (Spezifikationen) anzusehen sind. Sie stellen dann Systemmodelle bestimmter Aspekte (entsprechend der Etappe) in Notationen mit zweckmäßig zunehmendem Formalisierungsgrad dar. Das bedeutet, daß die Anforderungsspezifikation gegenüber der funktionalen Spezifikation zum Zweck der Verständlichkeit für unterschiedliche Bearbeitungsgruppen geringformale Mittel (z. B. teilformale Syntax und informale Semantik) benutzen soll.
Zur CAD-gerechten, d. h. rechnerverarbeitbaren Notation der Aufgabenstellung sind prinzipiell folgende Schritte möglich:

1. Die verbale Aufgabenbeschreibung kann in Form eines festen Gliederungsschemas, das als syntaktischer Rahmen dient, erstellt werden. Der Inhalt wird informell als natürlichsprachlicher Test dargestellt. Wichtige Begriffe können wiederauffindbar unter Schlüsselwörtern im Projektdatenspeicher abgelegt werden und dienen zur einheitlichen Verständigung während des gesamten Projektierungsprozesses. Ebenso kann mit Teilaufgaben und -bedingungen verfahren werden, die im Verlaufe des Projektierungsprozesses erfüllt bzw. eingehalten werden müssen (vgl. identifizierbare Aufgabenkomponenten bei EPOS [16]).
2. Aufbauend auf die derzeitigen Beschreibungsmittel
   – Technologisches Schema mit Kennzeichnung der MSR-Stellen nach TGL 14091/01
   – MSR-Stellenliste nach TGL 33247

   sind rechnergerechte Darstellungen anzustreben. In Anlehnung an die MSR-Stellenliste (Grundliste) kann die Beschreibung einer Prozeßmeßgröße durch eine formale Syntax einer zu definierenden Anforderungssprache festgelegt werden. Bild 4 zeigt das Beispiel eines Syntaxgraphen. Dabei wird die Spezifikation mit dem Schlüsselwort ⟨PROZESSGROESSE⟩ eingeleitet und auf dem Projektdatenspeicher abgelegt.

   Beispiel:

   ⟨PROZESSGROESSE⟩ _T_2103
   MESSORT Reaktor R 210 Zone 1 (Werkstoff; Einsatzbedingung; . . .)
   MEDIUM Luft Nenndruck Nennweite
   MESSBEREICH: 0 bis 600 °C
   „Kommentartext zu weiteren Bedingungen, z. B.: Genauigkeitsklasse, Dichtungsart, eventuell Forderung nach einzusetzendem ⟨BAUTEIL⟩ Name; Prozeßgröße verwendet zu ⟨AUT.FUNKTION⟩ TIC 2103
   Aufschaltung für ⟨AUT.FUNKTION⟩ _FICQ_2201"

Hierbei wird im Interesse einer flexiblen Gestaltung der Automatisierungsanlagenstruktur durch die Möglichkeiten, die moderne Mikrorechner-Automatisierungssysteme leisten, in Anlehnung an [17] eine Trennung zwischen der Meßaufgabe – Schlüsselwort ⟨PROZESSGROESSE⟩ – und den Automatisierungsfunktionen vorgeschlagen. Mit der Benutzung der Schlüsselwörter ⟨AUT.FUNKTION⟩ und ⟨BAUTEIL⟩ werden die angeführten Namen als Begriffe in den Projektdatenspeicher aufgenommen und in den folgenden Etappen als Entwurfsobjekte identifiziert. Diese formalisierte Notation ermöglicht automatische Analysen auf

– syntaktische Richtigkeit des spezifizierten Objektes
– Vollständigkeit der spezifizierten Angaben
– Widerspruchsfreiheit zwischen den in Beziehung stehenden Spezifikationen, z. B. bezüglich Wertebereiche, Einsatzbedingungen (z. B. Sollwert im Meßbereich?)

3. Ein weiterer Schritt zur formalen Notation der Aufgabenstellung besteht darin, bereits eine funktionelle Spezifikation entsprechend Etappe 2 zu erstellen. Das bedeutet, es wird ein Strukturentwurf mit einer stärker formalisierten Spezifikationssprache (vgl. [11]) auch in einer hierarchischen Vorgehensweise erfolgen. Damit wird eine schon weitgehend detaillierte funktionelle und strukturelle Beschreibung erreicht. Diesen Weg beschreitet *Alder* mit der „Binären Prozeßanalyse". Dabei werden die technologischen Teilprozesse mit dem Graphen Prozeßablaufplan (PRAP) ausführlich beschrieben. Aus dieser formalisierten Notation wird der Steuerungsablaufplan (STAP) als vollständige, widerspruchsfreie und realisierungsunabhängige Aufgabenstellung abgeleitet [2] bis [4] und [6].

2.4. *Rechnergestützte Führung der MSR-Stellenliste*

Die MSR-Stellenliste nach TGL 33247 und das technologische Schema nach TGL 14091/01 mit eingetragenen MSR-Stellen sind die auf großer Breite eingeführte Verständigungsbasis zur Aufgabenstellung. Wie bereits in [18] ausgeführt, sollte man daran nicht prinzipiell rütteln. (Unabhängig davon gilt es, diese Darstellung hinsichtlich Binärsteuerungen und Bedienkonzeption zu vervollständigen!)
Es gibt bereits mehrere Arbeiten zur rechnergestützten Behandlung der MSR-Stellenliste, die aber wenig in die Fachliteratur eingegangen sind. Die vermutlich erste Publikation dazu war die von *Häkkänen* [19]. Dort wurde deutlich gemacht, daß allein die Beherrschung der Nachträge und Änderungen ein ausreichendes Motiv für die Rechnerunterstützung ist.
MSR-Stellenlisten kann man als ein Zentralstück der Aufgabenstellung für die Projektierung der Automatisierung bzw. eine auftragsspezifische Datenbank zu Lösungsdaten für die Zusammenarbeit der Gewerke ansehen. Sie enthalten die technologi-

Auftraggeber | Basisliste Automatisierung

Vorhaben
Objekt
Schema

1 MSR-Stellen-Nr. | Ruf-Nr.
2 MSR-Stellen-Bezeichnung
3
4 Medium: Bezeichnung
5 Zusammensetzung
6 Aggregatzustand | Verh. i. Entn.
7 Meß-/St.ort: Verbraucher/MAR-Nr.
8 PN | Betr.-Druck | Prüfdruck
9 Rohl.: DN | Innen-ø | Lage
10 Werkstoff | Isol. dicke | Dichts.
11 Einsatzbedingungen | Ex

Betriebsdaten: min | norm | max | Einheit
Durchfluß
Druck/Vordruck (b. Durchfluß)
Druckdifferenz/Abfall über Ventil
Temperatur | °C
Dichte/spez. Volumen
Füllstand | mm

Grenzwerte: Wert | opt. | ak. | Ziel
OW 3
OW 2
OW 1
UW1
UW2
UW3

binäre Verarbeitung: Quelle | verr. mit | opt. | ak.
Ein/Auf/Weg 1/rechts
Aus/Zu
Halt/Zwischenhalt
Weg 2/links
Notaus
Umschalt. örtl.-zentral
Umschalt. Hand-Automatik
Störungsmeldung

Inform. Verarb.: Signalübergabe
Ort der Verarbeitung/Nutzung | ö. | MW:
Meßbereich | zul. Fehler
Sollw. | zul. Regelabw. | Verhalt.
zugehörige MSR-Stelle
Zeichnung Nummer

Vorgabe: Gerät/Stellglied
PN | DN | Hilfsenerg. - Ausfall
Leckrate | Stellkraft
TGL-/Zeichnung Nr.

Bild 5. Ausschnitt aus der „Basisliste Automatisierung"

schen, für die Projektierung relevanten Angaben aus der Bearbeitung der Verfahrens-, Maschinen- und Rohrleitungstechnik der Anlage (des Automatisierungsobjektes) sowie die Aufgabenstellung für die einzelnen MSR-Stellen, soweit sie listenmäßig erfaßbar ist. Für komplexe CAD-Lösungen hat die MSR-Stellenliste zentrale Bedeutung, vor allem aus zwei Gründen:

— Das Ausfüllen der Listen ist aufwendig, viele Daten werden in CAD-Lösungen der anderen Gewerke erarbeitet und sollten in Zukunft maschinell übernommen werden.
— Die Mehrzahl der Daten wird für andere Projektierungsschritte und Etappen, d. h. die Erarbeitung anderer Dokumentationen, benötigt und sollte rechnergerecht weitergebbar sein.

Zur Zeit sind MSR-Stellenlisten nach TGL 33247/01 bis /05 verbindlich. Diese Standards wurden in den Jahren 1974 bis 1976 konzipiert, in einer Zeit also, als an Mikrorechner und Dialogprojektierung noch nicht zu denken war. In ihnen wird *eine* MSR-Stelle in jeweils einer Zeile von 5 Listen fixiert. (Aneinandergereiht würde das für eine Regelstelle vollständig standardgerecht ausgefüllt, 5 Zeilen von 1900 mm Länge ergeben.) Diese Art der Darstellung ist schon bei manueller Ausführung zeitaufwendig und schwer lesbar, einer unverarbeiteten Wiedergabe auf dem Bildschirm widersetzt sie sich entschieden.
So wurden im VEB Chemieanlagenbau Leipzig-Grimma die Angaben der MSR-Stellenliste 1, 2 und 5 zusammengefaßt, um die Angaben zur binären Informationsgewinnung und -vorbereitung und zur Abgrenzung ergänzt und eine Liste (Bild 5) entworfen. Diese Liste wurde zur Unterscheidung von den MSR-Stellenlisten nach TGL 33247/01 bis /05 „Basisliste Automatisierung" genannt. Die darin gewählte Form der Darstellung entspricht den Erfahrungen an anderen Stellen des Projektierungsgeschehens. Sie ist für spaltenweise Bearbeitung vorgesehen und demzufolge gut für die unbearbeitete Abbildung auf dem Bildschirm geeignet. Diese Darstellung erweist sich möglicherweise als Übergangslösung. Bei ausreichender Informationsverarbeitungs- und Speicherkapazität ist es leicht möglich, die langen Zeilen der angeführten 5 Listen zu handhaben, da man sich beliebig nebeneinander zu betrachtende Spalten auf den Bildschirm holen kann, wenn eine geeignete Datenstruktur innerhalb des Listenmaterials organisiert wird. Das ist sicher auch eine Frage, wie stark sich die Projektanten an die gewohnte eingeführte Form der Listen klammern.

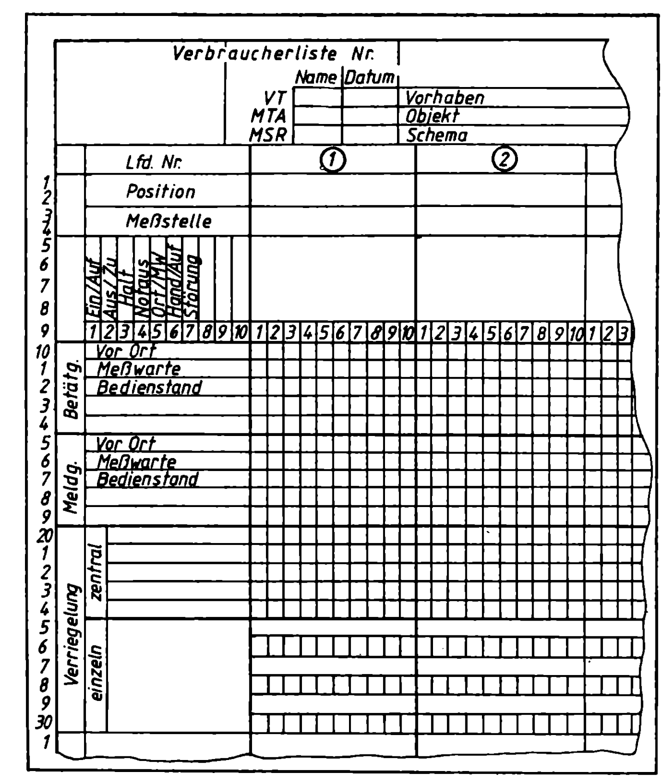


Bild 6. Ausschnitt aus der „Verbraucherliste" zur Darstellung der Signalverwendung

Aus Arbeiten für die Chemieindustrie geht die Konzeption von *Heising* und *Meischner* [20] zur rechnergestützten Bearbeitung hervor, wonach für die Bedingungen am Meßort ein Zustandspunkt Z als Zusammenfassung der Parameter am Meß- oder Stellort einzuführen ist, da an ein und demselben Apparat oder Rohrleitungsabschnitt mehrere MSR-Stellen vorhanden sein können, für die alle der gleiche Zustand gilt. Bei Eingabe in den Rechner ist damit die Wiederverwendung einmal eingegebener Datensätze bei weiteren Meßstellen möglich.
Aus der Denkweise für Regelungen in der Basisautomatisierung resultiert die Assoziation, daß die Signalverknüpfung einfach und eindeutig ist. Bei Binärsteuerungen kann man davon nicht ausgehen. Auch mit dem Hinzukommen höherer Automatisierungsebenen (Bilanzierung, Optimierung, rechnergestützte Dispatcherarbeit) werden stetige Signale zunehmend mehrfach verwendet. Damit ist es naheliegend, die Aufteilung eines Signales auf verschiedene Funktionen der Informationsnutzung listenmäßig darzustellen. Bequem und für die Maschinenlesbarkeit zweckmäßig, ist dabei eine Matrixform, in der die jeweilige Nutzung durch Ankreuzen kenntlich zu machen ist. Bild 6 zeigt als Beispiel einen an Binärsteuerungen orientierten Vorschlag[4]).

2.5. *Auffinden wesentlicher Prozeß-Signal-Kopplungen*

Im allgemeinen wird vorausgesetzt, daß bei der Aufgabenstellung intuitiv Klarheit besteht, welche Meßgröße mit welcher Stellgröße einen Regelkreis bilden soll. Bei gründlicher Betrachtung ist das das Ergebnis tiefgreifender Betrachtungen zur Dekomposition des Problems. *Birnstiel* hat in [21] gezeigt, wie man für Mehrgrößenregelungen mit einer binären Bewertung Aussagen zur Automatisierungsstruktur gewinnen kann. Dieser Ansatz ist in verschiedenen Richtungen auszubauen. Die im Bild 6 vorge-

[4]) Die Autoren danken Herrn Dipl.-Ing. *Etzold*, VEB Kombinat Chemieanlagenbau Leipzig—Grimma, für hilfreiche Diskussionen und Unterstützung.

schlagene Liste zum Ankreuzen ist auch in dieser Richtung zu entwickeln.

3. Eingabe der Daten in den Rechner

Ganz allgemein wird die Eingabe der Daten oder der Aufgabenstellung über eine Tastatur als das Normale angesehen. Alle bisherigen Konzepte sind darauf ausgerichtet. Anstrengungen werden unternommen, durch Quasigrafik im Bildschirmdialog die Eingabe der Denkweise der Projektanten näherzubringen und damit die Prüfbarkeit durch den menschlichen Bearbeiter zu verbessern sowie die Fehlersicherheit zu erhöhen. Für strukturelle Zusammenhänge ist das auch für die Zukunft der aussichtsreichste Weg.
Für alphanumerische Daten aus Listen gibt es interessante Alternativen. Systeme zur Erkennung von Postleitzahlen in der DDR und der UdSSR beweisen, daß das direkte Lesen handschriftlicher Listen durch den Rechner durchaus in Betracht zu ziehen ist. *Mertins* [24] zeigt, daß auch das Vorlesen der Listen möglich ist.

4. Prüfbarkeit der Aufgabennotierung

Bei allen CAD-Lösungen zur Anlagenautomatisierung darf man keinesfalls davon ausgehen, daß die Aufgabenstellung vollständig und fehlerfrei ist. Alle Probleme einer kritiklos akzeptierten Aufgabenstellung schlagen sich in Änderungen und Nachträgen nieder, die mit wesentlich geringerer Produktivität abgewickelt werden. Notierungsverfahren und CAD-Lösung müssen darauf ausgerichtet sein, Fehler und Lücken der Aufgabenstellung aufzudecken. Bild 1 und [2] zeigen dazu für das Verfahren nach [6] eindrucksvolle Ergebnisse. Für die Bearbeitung der Spezifikation oder der MSR-Stellenliste ist die Prüfung nicht gleichermaßen entwickelt. Folgende prinzipielle Überlegungen lassen sich anstellen:

- Prüfung auf Dimensionierbarkeit der anvisierten Lösung, z. B. bei der Durchflußmessung nach dem Wirkdruckverfahren schon zur MSR-Liste Aufrufen des Dimensionierungsprogrammes, ob überhaupt für die gegebenen Parameter z. B. ein sinnvolles Öffnungsverhältnis möglich ist.
- Abweisen unrealistischer Genauigkeitsforderungen
- Prüfung auf Regelbarkeit, d. h. für die Zahl der Regelgrößen n_x und die Zahl der Stellgrößen n_y muß gelten:
  $n_x \leqq n_y$
  und in Verbindung mit dem technologischen Schema oder einer Liste nach Bild 6
- Aussondern strukturinstabiler Kopplungen nach [21].

Selbstverständlich ist diese Aufzählung vorläufig nur ein fragmentarischer Ansatz, sie soll die Richtung der notwendigen Entwicklung charakterisieren.

Zusammenfassung

Man kann nicht davon ausgehen, daß Automatisierungsaufgabenstellungen am Anfang vollständig und richtig sind. Im Interesse der Effektivität und der durchgängigen CAD-Bearbeitung sind Methoden notwendig, die die bisher während der Bearbeitung auftretenden Rückfragen und Änderungen weitgehend bei einer CAD-Aufgabenprüfung zu Tage fördern. Der Nutzen derartiger CAD-Bausteine entsteht überwiegend nicht in der Bearbeitungsetappe, sondern in nachgelagerten Etappen. Die CAD-Lösung der frühen Entwurfsetappe ist eine unerläßliche Voraussetzung für große Effekte in nachgelagerten Etappen.
Die rechnergestützte Aufgabenprüfung führt zu einer Qualitätserhöhung der Projekte. Erste Erfahrungen mit Steuerungen ergaben eine Reduzierung der automatisierungsspezifischen Inbetriebsetzungszeiten um mehr als den Faktor 5. Die behandelten Effekte sind für die im Anlagengeschäft notwendige arbeitsteilige Vorbereitung typisch. Die CAD-gerechte Aufgabennotierung muß auch ermöglichen, alle typischen Daten für die Zusammenarbeit der Gewerke rationell zu verwalten und die unvermeidlichen Änderungen der Aufgabenstellung während der Bearbeitung fehlerarm zu bewältigen.

Literatur

[1] *Steusloff, H.*: Rechnergestützter Entwurf von Automatisierungssystemen In: INTERKAMA 1983 (Hrsg.: *M. Syrbe; M. Thoma*). Berlin/Heidelberg/. New York/Tokyo: Springer-Verlag 1983.
[2] *Graul, H.-P.; Krauße, H.-G.*: Erfahrungen beim Einsatz rechentechnischer Hilfsmittel zur Projektierung von Binärsteuerungen. msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 265–267.
[3] *Alder, J.*: Aufgabenstellung und Entwurf von Binärsteuerungen. Band 222 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. Berlin: VEB Verlag Technik 1986.
[4] *Alder, J.; Müller, R.*: Problematik der formalisierten Beschreibung von Aufgaben für die Projektierung von Binärsteuerungen. msr, Berlin 26 (1983) 8, S. 428–430.
[5] *Müller, R.*: Entwicklung der Aufgabenstrukturen und des Projektierungsprozesses für die Anlagenautomatisierung und ihre Veränderung zur Ausnutzung der gestiegenen Möglichkeiten moderner Automatisierungsmittel. Vortrag zur 5. wissenschaftlichen Konferenz „Anlagenautomatisierung" der TH Leipzig 1986. Wissenschaftliche Berichte der TH Leipzig (1986) 3, S. 55–62.
[6] KDT-Richtlinie 107/85; Richtlinie zur Projektierung von Binärsteuerungen. Berlin 1985.
[7] *Zander, H. J.*: Zur Situation auf dem Gebiet des Entwurfes von Binärsteuerungen. msr, Berlin 27 (1984) 8, S. 341–347.
[8] *Killenberg, H.*: Beschreibung und Realisierung komplexer Steueralgorithmen. Dissertation B, TH Ilmenau 1983.
[9] *Racke, W. F.; Rombach, D. H.*: Methoden, Sprachen, Werkzeuge zur Software-Spezifikation. Universität Kaiserslautern, Fachbereich Informatik 1983.
[10] *Engmann, U.; Drabek, St.*: Spezifikationssprachen für Beschreibung und Entwurf von Automatisierungsanlagen. msr, Berlin 30 (1987) 2, S. 63–68.
[11] *Drabek, St.; Engmann, U.*: Entwicklung eines einfachen Spezifikationssystems für Automatisierungsanlagen SPESA. 6. Wissenschaftliche Konferenz „Anlagenautomatisierung" der TH Leipzig. Wissenschaftliche Berichte der TH Leipzig (1986) 3, S. 63–66.
[12] *Drabek, St.*: Beitrag zur Entwicklung eines rechnergestützten Spezifikationssystems zur Anwendung im Entwurf von Automatisierungssystemen. Dissertation A, TH Ilmenau 1986.
[13] *Engmann, U.*: Weiterentwicklung der Projektierungsmethodik für Automatisierungsanlagen. Dissertation B, TH Ilmenau 1987.
[14] *Müller, G.*: Projektierungsstrategie für Mikrorechner-Automatisierungsanlagen. Dissertation B, TH „Otto von Guericke" Magdeburg 1986.
[15] *Maier, R.-G.*: Die Planungsvorleistungen des Anlagenbauers. atp 28 (1986) 7, S. 329–332.
[16] *Lauber, R.* (Hrsg.): EPOS-Einführung. Forschungsinstitut für Regelungstechnik und Prozeßautomatisierung Stuttgart und GPP, Gesellschaft für Prozeßrechnerprogrammierung mbH. Stuttgart 1985.
[17] *Raichle, P.*: Kennzeichnung von MSR-Einrichtungen im R- und I-Schema beim Einsatz verteilter Prozeßleitsysteme. rtp 25 (1983) 3, S. 95–97.
[18] *Müller, R.; Starke, L.; Töpfer, H.*: Projektierung und Kooperation. msr Berlin 27 (1984) 11, S. 482–486.
[19] *Häkkänen, S.*: Computer-assisted planning and supervision of instrumentation installation of Loviisa nuclear power plant. IFAC-Symposium Multivariable Systems Zürich 1978, S. 417–422.
[20] *Heising, R.; Meischner, C.*: Rechnergestützte Bearbeitung der MSR-Stellenliste. msr, Berlin 29 (1987) 6, S. 248–251.
[21] *Müller, R.*; Projektierung von Automatisierungsanlagen. 2. Auflage. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
[22] *Schmiele, J.*: Ein Beitrag zur Rationalisierung der Projektierung von Automatisierungsanlagen durch den Einsatz von Rechentechnik. Dissertation A, TH Leipzig 1986.
[23] *Hengstenberg, J.; Schmitt, K. H.; Sturm, B.; Winkler, O.*: Messen, Steuern und Regeln in der chemischen Technik. 3. Auflage, Band V. Projektierung und Betreiben von Meß-, Steuer- und Regelsystemen. Berlin/Heidelberg/ New York/Tokyo: Springer-Verlag 1985.
[24] *Mertins, J.*: Einsatz des Einplatinenspracherkenners ESE K 7821 in einem CAD-Erfassungsprojekt. msr, Berlin 29 (1986) 10, S. 469–470.
[25] *Hausen, H. L.; Müllerburg, M.; Sneed, H. M.*: Software-Produktionsumgebungen. Köln: Verlag R. Müller 1985.

msr 8626

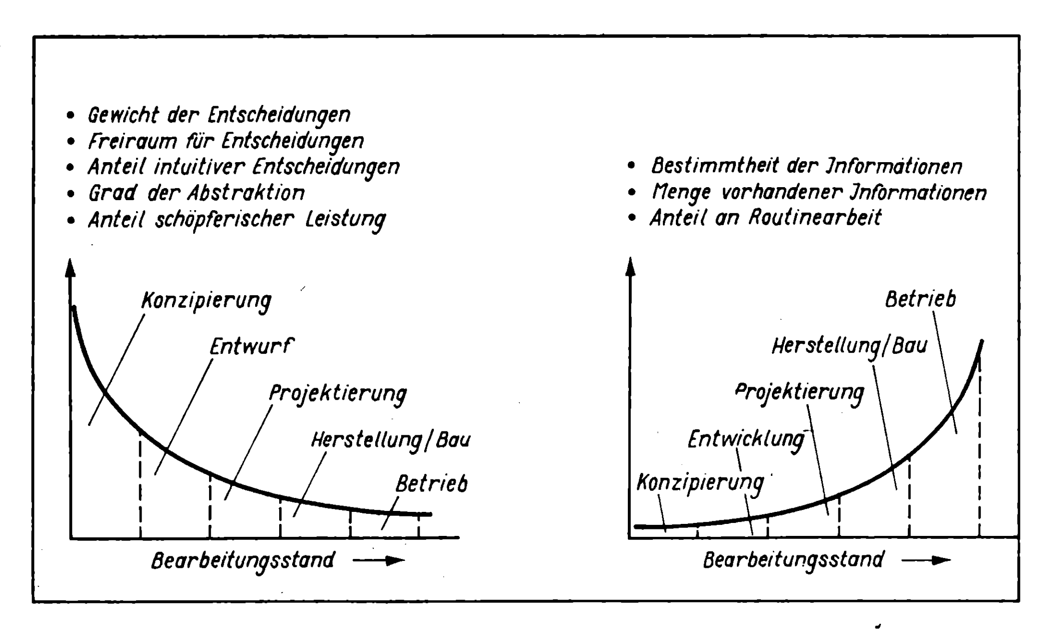
H. Töpfer

Bemerkungen zur Einheit von Hardware, Software und Entwurfshilfsmitteln

0. Einleitung

Ausgereifte Projekte und Konstruktionen sind stets ein Resultat der schrittweisen Entwicklung von Varianten und ihres Vergleichs. In diesem Sinn ist auch die uralte Prämisse der Konstruktionsarbeit „ohne radieren kein konstruieren" einzuordnen.
Der in der Technik zunehmende Zwang zu möglichst optimalen Lösungen erfordert die Erarbeitung von Varianten und geeigneten Methoden zu ihrer gesicherten Abschätzung auf allen Ebenen der technischen Entwicklung. Auf den damit zusammenhängenden und derzeit immer wieder erkennbaren Sachverhalt der oft extremen Vernachlässigung der Konzipierungsphase und deren technisch und ökonomisch negative Folgen kann nicht eindringlich genug hingewiesen werden (Bild).
International werden die Anforderungen an die Qualität der Konzepte, der Entwürfe, der Projekte, der Konstruktion, des Baues und der Inbetriebnahme von Maschinen, Aggregaten und Anlagen zunehmend höher und der Zeitdruck durch den Markt sowie die Konkurrenz wachsen ständig. Deshalb sind vor allem

Bild. Situation bei der Lösung von Automatisierungsaufgaben in den einzelnen Etappen der Bearbeitung



Schnelligkeit und Qualität auch bei der Lösung von Automatisierungsaufgaben in Einheit gefordert. Diese Zielstellungen sind heute jedoch mit den klassischen Mitteln, sozusagen „von Hand", nicht mehr zu erreichen.
Der hierzu erforderliche Qualitätssprung ist nur über den Weg der gezielten und breiten Nutzung von Mitteln des rechnergestützten Entwurfs (CAE) möglich.

1. Anstehende Aufgaben in der Automatisierungstechnik

Im Bereich der Automatisierungstechnik ist der Einsatz von Methoden der rechnergestützten Arbeit, beginnend bei der Entwicklung bis zur Produktion der Hard- und Software in den Phasen der Konzipierung, des Entwurfs und der Projektierung bis hin zur Montage, Inbetriebnahme und Wartung von Automatisierungsanlagen, zu realisieren. Die Anwendung der rechnergestützten Arbeit überstreicht somit in der Automatisierungstechnik ein breites Feld von großer Aufgabenvielfalt [1] und [2].
Für die weitere Entwicklung der rechnergestützten Erarbeitung von Automatisierungslösungen, die Existenz der erforderlichen Hardware und Grundsoftware sei hierbei vorausgesetzt, sind wenigstens zwei Wege zu verfolgen:

1. Bereitstellung von CAE-Mitteln, die, unabhängig von der konkret verwendeten Hardware, vorrangig in den Bereich der konzeptionellen und methodischen Arbeit gehören, also z. B. den theoretischen Entwurf (Strukturierung, Algorithmierung, Parametrierung) und die Simulation betreffen. Darum bemühen sich in der Regel die Hochschul- und Forschungsinstitute.
2. Bereitstellung von Entwurfshilfsmitteln zur Auswahl und Aufbereitung industriell angebotener Softwaremoduln (Firmware) und Hardwarekomponenten (Steuerungsbaugruppen, Regler usw.) in der Projektierungsphase. Dazu erforderliche Leistungen werden zukünftig mehr und mehr vom Produzenten der Hard- und Software als zur optimalen Nutzung der angebotenen Technik erforderliche Hilfsmittel erwartet. Der Umfang und die Leistungsfähigkeit dieser Hilfsmittel wird in Zukunft die Gesamtgüte der Produkte der Automatisierungstechnik wesentlich mitbestimmen. Um die methodischen Grundlagen und Verfahren zur Erarbeitung solcher Mittel sollten sich ebenfalls Hochschul- und Forschungsinstitute bemühen.

2. Derzeitige Situation

Während der notwendigen Einheit von Hard- und Software durch die Hersteller heute bereits in der Etappe der Entwicklung zunehmend Rechnung getragen wird, gehört die gleichzeitige Entwicklung und Bereitstellung von rechnergestützten Hilfsmitteln, z. B. für die Strukturierung, Parametrierung und Programmierung von Automatisierungslösungen, z. Z. durchaus nicht zur typischen Arbeitsweise z. B. der Geräteindustrie. Dieser Sachverhalt ist festzustellen, obwohl die Erfahrungen beim Einsatz von modernen Automatisierungsmitteln deutlich zeigen, daß erst bei Nutzung geeigneter universeller oder auf das jeweilige Gerätesystem zugeschnittener Entwurfshilfsmittel die potentiellen Möglichkeiten moderner Automatisierungsmittel voll ausschöpfbar sind. Erst dadurch werden einerseits die klassischen Entwurfsmethoden, unter Berücksichtigung der meist vorhandenen Einschränkungen, die sonst häufig ignoriert werden, einer sicheren, zeitlich effektiven und breiten Nutzung zugänglich gemacht. Andererseits werden dadurch die bisher nur selten angewandten (von Hand kaum nutzbaren) modernen Entwurfsmethoden und anspruchsvollen Steuerungsalgorithmen einer breiten Nutzung zugeführt, und schließlich kann erst dadurch eine effektivere Ausnutzung der modernen Automatisierungsmittel gesichert werden.
Der Grund für die zögernde Umsetzung solcher Strategien liegt allerdings einerseits im Fehlen von methodisch/theoretischen Komponenten zur Unterstützung der Entwicklung von Entwurfshilfsmitteln, andererseits in unzureichenden Kenntnissen, hinsichtlich des für die Entwicklung erforderlichen Aufwandes.
Der Förderung der Entwicklung von Entwurfshilfsmitteln für den vorwiegend kreativen Teil der Arbeit kommt dabei besondere Bedeutung zu, weil die Phase der Konzipierung von Automatisierungslösungen [3] bis [5] durch rechnergestützte Erarbeitung unterschiedlicher Konzepte und deren Vergleich, z. B. durch Simulation, die Basis für technisch-ökonomische Variantenvergleiche bildet. Allein auf Erfahrungen kann man sich heute bei der Konzipierung von Automatisierungslösungen nicht mehr stützen, weil damit auch dem Zufall bei der Variantenwahl weiterhin Tür und Tor geöffnet bliebe. Die Bemühungen um die Erarbeitung und Bereitstellung von Hilfsmitteln für die nach der Konzipierung folgenden Schritte, vor allem für die Projektierungsphase, wo allerdings die wesentlichen Entscheidungen aufgrund der Ergebnisse der Konzipierungsphase bereits gefallen sein sollten, sind dagegen stärker im Gange [5]. Erfolge sind sichtbar, erste Ergebnisse werden bereits zielstrebig genutzt.

3. Realisierungsbeispiel

Wie der Beitrag der gerätebauenden Industrie bei der Sicherung der Einheit von Hardware, Software und Entwurfshilfsmitteln erfüllt werden kann, sei am Beispiel des Mikrorechnerreglers S2000 R (VEB Kombinat Elektro-Apparate-Werke Berlin-Treptow) kurz erläutert. Ohne hier auf Details eingehen zu können (siehe dazu genauer in [7]), sollen die für diesen Regler bereitgestellten Entwurfshilfsmittel in drei Klassen eingeteilt werden:

— Mittel zur Programmierung des Reglers, zur Unterstützung seiner Inbetriebnahme und des Service
— Mittel zum Entwurf des Reglers (mit unterschiedlichen Entwurfsmethoden erfolgt die Strukturierung, Konfigurierung und Parametrierung) aufgrund vorgegebener Entwurfsziele

---

Prof. Dr. sc. techn. *Heinz Töpfer* (57) studierte von 1951 bis 1955 an der TH Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Fachrichtung Feinmechanik. Anschließend wissenschaftlicher Assistent am Institut für Regelungstechnik der TH Dresden. Von 1958 bis 1967 Tätigkeit am Institut für Regelungs- und Steuerungstechnik der DAdW auf dem Gebiet der pneumatischen (fluidischen) Automatisierungsgeräte, Abteilungsleiter und Stellvertreter des Direktors. 1963 Promotion A. 1967 Berufung zum o. Professor für Regelungstechnik an die TH „Otto von Guericke" Magdeburg, dort Sektionsdirektor und Wissenschaftsbereichsleiter. 1978 Umberufung an die TU Dresden, dort seither Leiter des WB Regelungstechnik und Prozeßsteuerung an der Sektion Informationstechnik. 1983 Promotion B. Von 1973 bis 1982 Vorsitzender der WGMA, seither ihr Ehrenvorsitzender.

und Gütekriterien sowie anhand eines umfassenden Sortimentes von über 70 Firmenwaremoduln
- Mittel zur Identifikation/Modellbildung/Simulation des zu automatisierenden Objektes als Basis für den Entwurf sowie zur Simulation des Objektes, des Reglers und ihres Zusammenwirkens.

Aus den Erfahrungen, die bei der Erprobung und Anwendung dieser Mittel bisher gesammelt werden konnten, folgt

- eine Erhöhung der Qualität und Effektivität des Entwurfs
- die Möglichkeit eines raschen und weitgehend gesicherten Variantenvergleichs
- die Sammlung von wichtigen Erkenntnissen aus der Entwurfsphase
- eine wesentlich breitere Nutzung des vorhandenen Theorienbestandes
- die Akzeptanz dieser Mittel durch den Nutzer
- eine starke Stimulierung zur Fortführung und zum Ausbau dieser Arbeiten.

Als Voraussetzungen für eine Breitenanwendung dieser Mittel, die auch für die sehr große Anzahl einfacher Aufgaben sinnvoll nutzbar sind, lassen sich anführen:

- rechentechnische Mittel, die sowohl am Arbeitsplatz des Projektanten als auch am Automatisierungsobjekt einsetzbar sind (transportabel)
- Entwicklung und Einsatz von Fachsprachen, um den Nutzer weitgehend zu unterstützen bzw. zu entlasten
- für unterschiedlichste Automatisierungsaufgaben minimaler Anteil notwendiger Eigenprogrammierung durch Rückgriff auf einen möglichst großen vorgefertigten und geprüften Softwaremodulvorrat (Firmware)
- ausreichender Ausbau der Mittel für die Simulation.

Schlußbemerkungen

Wie die Vielfalt der zu berücksichtigenden Aspekte bei der Konzipierung, dem Entwurf und der Projektierung systematisch abgearbeitet werden kann, zeigt die in [3] dargestellte Vorgehensweise zur Dekomposition einer Automatisierungsaufgabe.

Die zu bearbeitenden Teilaufgaben betreffen danach die Probleme

- des Automatisierungsobjektes
- der Automatisierungsziele
- der Bedienung und der Qualifikation des vorzubereitenden Personals
- der Funktion und der Algorithmen
- der Hard- und Software
- der Zuverlässigkeit und Sicherheit
- der Wartung und der Instandhaltung.

Mit dieser Zerlegung in Teilaufgaben bieten sich Ansätze, die einen ausreichenden breiten Zugang vor allem für die rechnergestützte Phase der Konzipierung und der Entwicklung von Automatisierungsanlagen darstellen. Wie die Ausführungen zeigen sollten, gilt es zukünftig besonders, neben der Entwicklung solcher CAE-Mittel, die einen wesentlichen Kapazitätsgewinn in der Projektierungsphase bringen, auch jene Arbeiten stärker zu fördern, die CAE-Werkzeuge für die Erarbeitung von Automatisierungskonzepten zur Erhöhung der Qualität von Automatisierungslösungen bereitstellen und so auch Effekte mit Langzeitwirkung zur Folge haben.

Literatur

[1] *Töpfer, H.:* Zur Weiterentwicklung der theoretischen Komponenten der Automatisierung. TU Dresden, Universitätsreden Heft 60 (1984), S. 20–24.
[2] *Töpfer, H.:* Zu Zielen, Aufgaben und Trends in der Automatisierungstechnik. Aus Arbeit Plenum Kl. AdW der DDR, Berlin 11 (1986) 5. APK 00786.
[3] *Töpfer, H.:* Bemerkungen zur Konzipierung hierarchisch strukturierter Automatisierungslösungen. msr, Berlin 29 (1986) 8, S. 356–360.
[4] *Töpfer, H.; Reinig, G.:* Automatisierungsstrukturen, ihre systematische und rechnergestützte Gestaltung. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 35 (1986) 1, S. 130–138.
[5] *Thoma, M.; Schmidt, G.:* Fortschritte in der Meß- und Automatisierungstechnik durch Informationstechnik (INTERKAMA-Kongreß 1986). Fachberichte Messen-Steuern-Regeln 14. Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer-Verlag 1986.
[6] „CAD/CAM-Konferenz der WGMA". Berlin 17. bis 19. Dezember 1986. Kurzreferate. Berlin: Kammer der Technik/WGMA.
[7] *Rieger, P.; Bischoff, H.:* CAD-Hilfsmittel für die Identifikation, Regelkreissynthese und Simulation zur Anwendungsvorbereitung des PROCESS CONTROLER R 5010. msr, Berlin 28 (1985) 6, S. 249–252.

msr 8645

R. Heising; Chr. Meischner

Rechnergestützte Bearbeitung der MSR-Stellenliste[1)]

0. Einleitung

Die Bearbeitung der MSR-Stellenliste (Liste 1, Grundliste) [1] stellt eine Etappe im Rahmen der Projektierung von Automatisierungsanlagen dar, die zwischen der Erarbeitung des Verfahrenskonzeptes einschließlich des Technologischen Schemas mit eingetragenen MSR-Stellen und dem Instrumentierungsprojekt der Automatisierungstechnik liegt. Die vor dem Instrumentierungsprojekt liegenden Arbeiten verdienen insofern besondere Beachtung, als sie für die Effektivität des automatisierten Produktionsprozesses (z. B. Chemieanlage) eine meist um eine Größenordnung höhere Bedeutung haben [2]. Widersprüche und Fehler in der Aufgabenstellung wirken sich in nachfolgenden Phasen stark aus. Die Kosten für Änderungen und Fehlerbeseitigung wachsen mit zunehmender Bearbeitungstiefe an [3].
Die in der Phase der Aufgabenstellung für das Ausführungsprojekt liegenden Arbeitsetappen sind durch einen, bezogen auf nachfolgende Phasen, höheren Anteil an kreativer bzw. intuitiver Tätigkeit der Bearbeiter gekennzeichnet, folglich nur schlecht in einer mathematisch strengen Form algorithmierbar und damit auch nicht in vollem Umfang auf Rechnern implementierbar.

Dipl.-Phys. *Rainer Heising* (36) studierte von 1968 bis 1972 an der TH Magdeburg, Sektion Physik. Ab 1972 im VEB Chemieanlagenbaukombinat Leipzig-Grimma (CLG) als Projektant für Anlagenautomatisierung, Gruppenleiter. Seit 1984 Bereichsleiter im Industrie-Hochschul-Komplex der TH Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen.

Dr. rer. nat. *Christoph Meischner* (31) studierte von 1976 bis 1981 an der TH „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg, Sektion Physik. Von 1981 bis 1985 wissenschaftlicher Assistent an der TH Merseburg. Seit 1985 Entwicklungsingenieur im Industrie-Hochschul-Komplex der TH Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen.

[1)] Der Beitrag ist die präzisierte Fassung eines Vortrags zum 10. Leipziger Automatisierungskolloquium „Rechnergestützter Entwurf von Automatisierungsanlagen als System mit CAD-Modulen", gehalten am 23. Oktober 1986.

Die rechnergestützte Bearbeitung in frühen Phasen, insbesondere also auch die Bearbeitung der MSR-Stellenliste, wird in diesen Phasen selbst keine erhebliche Arbeitszeiteinsparung mit sich bringen (nach [11] etwa 10% spezifische Einsparung für erstmalige Erstellung einer MSR-Stellenliste).
Die eigentliche Bedeutung der rechnergestützten Arbeit in frühen Phasen wird darin gesehen, daß hier eine Datenbasis erzeugt wird, die allen nachfolgenden Phasen zur Verfügung steht. Die Nutzung dieser Datenbasis im Rahmen einer durchgängigen rechnergestützten Projektierung [4] ermöglicht in späteren Phasen eine weitgehende Reduzierung des Aufwandes zur manuellen Dateneingabe und gewährleistet eine deutliche Verbesserung der Effektivität sowie auch der Qualität durch Reduzierung von Fehlermöglichkeiten.
Die Bearbeitung der MSR-Stellenliste setzt eine Reihe konstanter, vom konkreten Vorhaben unabhängiger Informationen sowie die vorhabenspezifischen Daten voraus. Zu ersteren gehören verschiedene TGL [1] und [5] und der Katalog Automation Projektierungsvorschriften (KAPV) [6]. Einige dieser konstanten Informationen können direkt zu Programmbestandteilen gemacht werden, so z. B. die Informationen zur Gestaltung von Formaten.
Unter den vorhabenspezifischen Daten hat das Technologische Schema zentrale Bedeutung. Seine Vollständigkeit entsprechend der aktuellen Bearbeitungsphase wird vorausgesetzt. Weiterhin müssen Datenblätter und Projektunterlagen anderer Fachbereiche (z. B. Verfahrenstechnik und Maschinen-Apparate- und Rohrleitungstechnik) zur Vervollständigung herangezogen werden. Auf der Basis der genannten Informationen wird durch die Tätigkeit der Projektanten der MSR-Datenbestand erzeugt bzw. bearbeitet.
Es sei angemerkt, daß im Rahmen der neuen gesetzlichen Vorschriften [7] mit der rechnergestützten Bearbeitung der MSR-Stellenlisten zweckmäßigerweise in der Phase der volkswirtschaftlichen Aufgabenstellung eines Vorhabens zu beginnen ist.

1. Technische Daten und Hardware-Voraussetzungen des Programms

Das Programm MSR kann auf Bürocomputern A 5120/30 mit 2-Kbyte-Bildwiederholspeicher abgearbeitet werden. Für eine effektive Arbeit sind mindestens zwei Laufwerke für Minidisketten (5,25″, einfache Schreibdichte) erforderlich. Zum Druck der Liste werden die Drucker SD 1152 oder SD 1157 mit doppelter Walze zum Druck des Formates A3-quer benötigt.
Das Programm ist in BASIC unter dem Betriebssystem SCPX 1526 geschrieben und steht in Form einer Phase zur Verfügung. Der Diskettenspeicherbedarf für das Programm beträgt 69 Kbyte. Die Phase benötigt eine definierte Laufzeitumgebung in Form des Laufzeitmoduls BRUN mit einem Umfang von 16 Kbyte. MSR und BRUN müssen im aktiven Laufwerk zur Verfügung stehen. Es wird empfohlen, für die MSR-Datei eine zweite Diskette in einem weiteren Laufwerk bereit zu halten. Die MSR-Datei hat theoretisch einen maximalen Umfang von 260 MSR-Stellen. Unter SCPX beträgt die reale Dateigröße, entsprechend der Diskettenkapazität, 226 MSR-Stellen. Das Programm ist auch unter dem Betriebssystem DAC lauffähig.

2. Funktionen des Programms

Das Programm MSR dient zur rechnerunterstützten Bearbeitung der MSR-Stellenliste. MSR (Modul 1) ist Bestandteil des modularen Konzeptes zur durchgängigen rechnergestützten Projektierung von Automatisierungsanlagen. Es kann zunächst jedoch als Insellösung in Betrieb genommen werden (vgl. [4]). Mit Fertigstellung bzw. Präzisierung der nachfolgenden Moduln (M2 Funktionsschaltplan, M3 Berechnungen, M5 Ausrüstungsliste u. a.) wird ein Transfer maschinenlesbarer Daten realisiert (Off-line-Kopplung), durch den die nachfolgenden Moduln von überflüssiger manueller Dateneingabe entlastet werden (Bild 1).
Das Programm hat drei grundsätzliche Funktionen zu erfüllen:

1. manuelle Dateneingabe im Dialog einschließlich Lesen und Korrigieren bereits eingegebener Daten
2. Erzeugung einer Druckliste
3. Erzeugung einer maschinenlesbaren Datei als Schnittstelle für nachfolgende Moduln.

Die drei genannten Grundfunktionen werden durch eine Reihe weiterer Funktionen unterstützt:

1. Zur Vermeidung von Fehlern wird bei der Dateneingabe über die Tastatur der Worttyp kontrolliert (darstellbare Zeichen, Großbuchstaben, Zahlen, natürliche Zahlen, vgl. Abschn. 3.). Abweichende Worttypen werden nicht zugelassen. Für die speziellen Worttypen ‚Einsatzbedingungen‘ und ‚Dichtungsart‘, können nur die vorgesehenen Symbole eingetragen werden.
2. Die Dateneingabe kann durch Textbausteine unterstützt werden. Dazu werden über Menüs Wörter angeboten, die durch Betätigung der entsprechenden Zifferntaste in die Liste übernommen werden (Tafel 1). Bei diesen Wörtern handelt es sich um häufig wiederkehrende Begriffe, z. B. für ‚Bezeichnungen‘, ‚Werkstoffe‘, ‚Medien‘, ‚Formelzeichen‘ und ‚Maßeinheiten‘. Die Textbausteine können durch den Nutzer angelegt, erweitert und geändert werden. Den Umfang ihrer Nutzung bestimmt er damit selbst. Die Textbausteine sind in der VOR-Datei gespeichert („Vorhaben-Datei“, vgl. Bild 1).

Tafel 1. Beispiel einer Bildschirmgestaltung

MSR-Stellen-Eingabe	TCA 1200	Spalte 1	1
1 Reaktor			
2 Trichter			
3 Abscheider			2
4 Pumpe			
5 Kondensator			
6 Verdichter			
7 Kolonne			
8 Silo			
9 Ofen			
0 Emulgator			
	102		
Bezeichn.:	Reaktor K 101_		
:			
:			3
Werkstoff:			
Zus. Info:	Einsatzb.:		
Dateiende			4

1 Kennzeichnung der Dialogsituation; 2 Textbausteine (Hilfsinformation); 3 Spaltenmaske; 4 spezielle Hinweise

3. Der Dateninhalt einer MSR-Stelle kann in andere MSR-Stellen kopiert werden. Dem liegt die Tatsache zugrunde, daß verschiedene MSR-Stellen in einigen Spalten gleiche Informationen enthalten, wenn sie zu Zustands- oder Wiederholpunkten gehören. Ein Zustandspunkt ist ein Abschnitt in einem Apparat oder einer Rohrleitung, in dem gleiche technologische bzw. physikalische Verhältnisse herrschen und in dem verschiedene Größen gemessen werden können. Wiederholpunkte können Abschnitte in verschiedenen Apparaten oder Rohrleitungen sein, in denen aufgrund gleichartiger technologischer Bedingungen analoge Prozeßverhältnisse vorliegen, z. B. bei Anlagen, die aus gleichartigen Strängen bestehen, und in denen eine Größe gemessen wird (Bild 2). Durch die Kopierroutine erfolgt eine Auswahl der relevanten Spalten der MSR-Stelle, um das Übertragen von nichtgleichartigen Informationen zu vermeiden.
4. Die zunächst in willkürlicher Reihenfolge eingegebenen MSR-Stellen können nach verschiedenen Sortierkriterien neu geordnet werden. Als Sortierkriterien können die Nummern der MSR-Stellen oder die in den Kennbuchstaben kodierten Prozeßgrößen benutzt werden.
5. Es wurde eine Routine zur Dateirecherche realisiert, bei der die Möglichkeit besteht, ein Suchwort einzugeben. Weiterhin kann im gesamten MSR-Datenbestand ein neues Wort für ein bestimmtes Suchwort eingefügt werden.
6. Die MSR-Datei kann unter verschiedenen Optionen auf andere Disketten umkopiert werden. Die Festlegung dieser Optionen erfolgt im Hinblick auf die Realisierung von Schnittstellen zu nachfolgenden Moduln. So wird z. B. für die Berechnung von Ventilen (Modul 3) nur eine Untermenge des MSR-Datenbestandes benötigt, die durch geeignetes Kopieren (Subset-Bildung) bereitgestellt wird.
7. Beim Druck der MSR-Stellenliste können wahlweise auf jedem Blatt Reservemeßstellen eingefügt werden. Dabei handelt es sich um leere Zeilen, durch die die MSR-Stellenliste

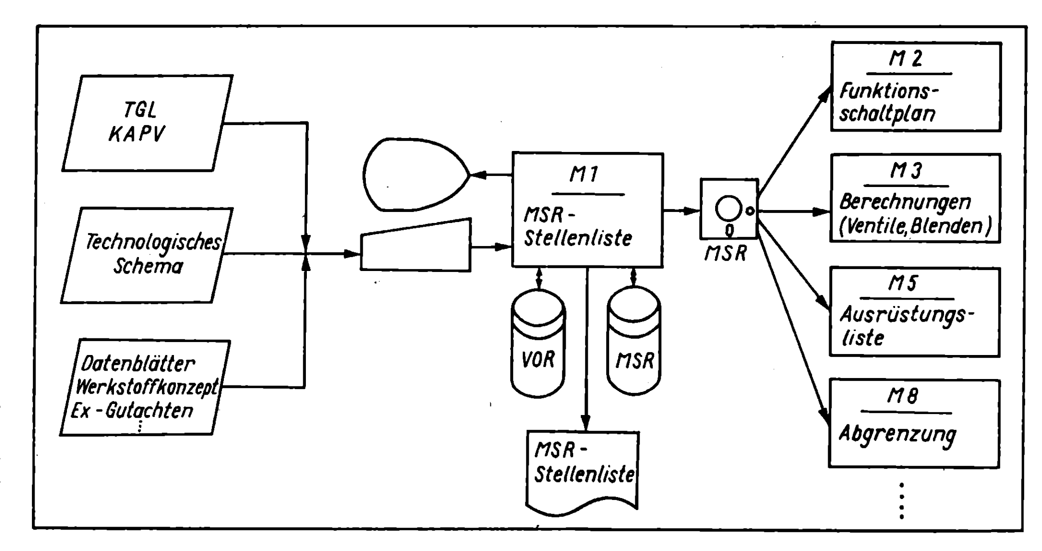


Bild 1. Schema der Informationsbeziehungen

Zur Kopplung zwischen M1 und anderen Moduln wird entweder die vollständige MSR-Datei oder eine Teilmenge der MSR-Datei verwendet.

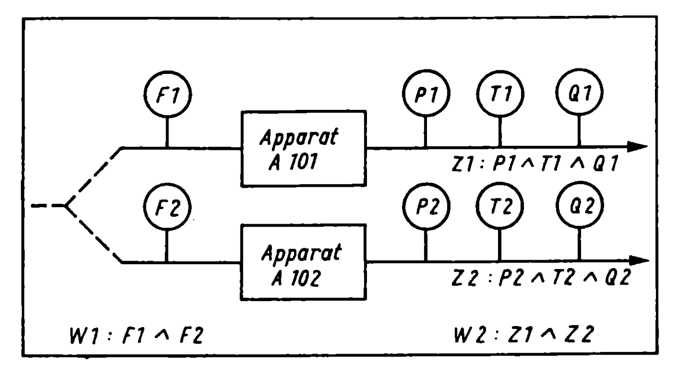


Bild 2. Anlage mit gleichartigen Strängen

W Wiederholpunkte; Z Zustandspunkte

Die Zustandspunkte sind in diesem Schema gleichzeitig Wiederholpunkte.

durch Handeintragungen ergänzt oder korrigiert werden kann.

8. Es ist ein Havariemodus installiert, bei dessen Aktivierung eine weitgehende Abarbeitung des Programms mit nur einem Diskettenlaufwerk möglich ist.
9. Selbstverständlich kann die MSR-Stellenliste am Bildschirm betrachtet und „durchgeblättert" werden. Dabei kommt entsprechend dum Bildschirmformat immer eine MSR-Stelle insgesamt zur Darstellung.

3. Dateiarbeit

Das Programm ist auf 8-bit-Bürocomputern lauffähig. Dieser Sachverhalt garantiert die Möglichkeit eines schnellen Einsatzes bei vielen Anwendern. Andererseits mußte bei der Programmierung die Spezifik der 8-bit-Technik berücksichtigt werden. Eine Konsequenz besteht darin, daß das gesamte Programm und der gesamte Datenbestand nicht speicherresident gehalten werden können. Die Konsequenz für den Nutzer besteht darin, daß der Dialog an bestimmten Stellen für einige Sekunden unterbrochen wird, um Diskettendateien nachzuladen.
Der MSR-Datenbestand ist intern nach MSR-Stellen, Spalten einer MSR-Stelle und Wörtern innerhalb einer Spalte strukturiert. Unter einem Wort wird eine Zeichenkette verstanden, die sich innerhalb einer Spalte, auf einer Zeile und zwischen zwei senkrechten Trennungslinien befindet. Die Wörter der MSR-Stellenliste können nach ihrer Qualität in Zeichenketten, Zahlen und fixierte Symbole (für Einsatzbedingungen und Dichtungsart) unterteilt werden. Die Länge der Wörter ist festgelegt nach [6] und liegt zwischen 1 und 25 Zeichen, wobei zu beachten ist, daß in [6] ein Trennungszeichen zum Wort hinzugerechnet wurde. Der Informationsgehalt ist also immer um ein Zeichen geringer, als der in [6] ausgewiesene Zahlenwert. Eine blattweise Strukturierung existiert intern nicht. Sie wird erst beim Druck der Liste eingestellt bzw. realisiert.
Die MSR-Datei hat eine feste logische Satzlänge und eine einfache lineare Struktur. Diese Struktur kann auf einen Strukturbegriff [8] abgebildet werden, d. h., jedem Wort der Liste ist ein Strukturbegriff eindeutig zugeordnet (z. B. Dateiname — Satznummer — Satzspezifizierung).

Tafel 2. Wichtige verwendete Steuerzeichen (^ bedeutet CONTROL)

Bezeichnung	Kode	Bedeutung
ENTER (ET1)	0DH	Übernahme des auf dem Bildschirm dargestellten Kommando- oder Datenwortes und Fortsetzung
ESC	1BH	Abbruch der Routine und Rückkehr ins übergeordnete Regime, Komplement zu ENTER bezüglich Kommandoeingabe
^R	12H	Rückschritt, Komplement ENTER bezüglich Dateneingabe
^F	06H	Fortschreiten innerhalb einer Reihe gleichberechtigter Dialogsituationen
^A	01H	Rückschreiten innerhalb einer Reihe gleichberechtigter Dialogsituationen
→ oder ^D	04H	Bewegung des Kursors nach rechts
→ oder ^H	08H	Bewegung des Kursors nach links
DEL	7FH	Löschen des dargestellten Wortes ab Kursorposition

4. Dialogführung und Bedienung

Der Dialog wurde selbsterklärend und nutzergesteuert gestaltet. Das Programm ist in sich stark strukturiert und modular aufgebaut. Der Nutzer hat die Möglichkeit, die gewünschte Programmkomponente aufzurufen und innerhalb dieser zwischen verschiedenen Routinen zu wählen.
Die vom Nutzer ausgewählte Dialogsituation kann auf ein Kommando hin auch wieder verlassen werden. Der Ausstieg erfolgt stets in Richtung auf das nächstübergeordnete Regime. Damit hat der Nutzer die Möglichkeit, seinen konkreten Arbeitsalgorithmus weitgehend selbst festzulegen.
Die Steuerung des Ablaufes erfolgt durch Kommandos, die, wie üblich, zum Teil in Menüs dargestellt werden und zum Teil über Help-Funktionen zur Anzeige gebracht werden können. Eine Reihe von Kommandos hat eine sinnfällige Symbolik und in der Regel eine Zuordnung zu einer bestimmten Taste (Tafel 2). Auf die unbedingte Darstellung dieser Kommandos wurde zugunsten einer übersichtlicheren Bildschirmdarstellung verzichtet. In allen Dialogsituationen sind im Programm sinnvolle Daten bzw. Kommandos voreingestellt, die durch Betätigung der ENTER-Taste abgerufen werden können.
Die Gestaltung der Bildschirmdarstellung erfolgt in Formularbzw. Maskentechnik (vgl. [9]). Diese Technik ermöglicht dem Nutzer eine schnelle Orientierung auf dem Bildschirm und ein schnelles und sicheres Lesen der dargestellten Information.
Das Starten des Programms erfolgt in der bekannten Weise, indem die Programmdiskette in das aktive Laufwerk und ggf. eine weitere Diskette in ein weiteres Laufwerk eingeführt werden. Durch das Auslösen eines RESET-Impuls wird zunächst das SCP-Betriebssystem geladen und anschließend das Programm bei seinem Namen aufgerufen. Das Programm meldet sich mit einem Verzweigungsmenü. Dieses spiegelt die Struktur des Programms wider und stellt die möglichen Kommandos dar. Zu Beginn der Abarbeitung müssen vom Nutzer die gewünschten Dateinamen und die zugehörigen Diskettenlaufwerke angegeben werden, um schon vorhandene Dateien (MSR-Datei und VOR-Datei) ansprechen zu können bzw. um noch nicht vorhandene Dateien anzulegen. Zur Unterstützung dieses Arbeitsschrittes können die für das Programm relevanten Dateien, die auf den Disketten schon vorhanden sind, zur Anzeige gebracht werden. Nachdem das Programm die ausgewählten Dateien eröffnet hat, können MSR-Stellen bearbeitet werden. In einem Inhaltsverzeichnis werden die Nummern der MSR-Stellen aufgeführt. Die MSR-Nummern dienen als Suchkriterium innerhalb der MSR-Datei. Sie sind dazu geeignet, da Eindeutigkeit in der Zuordnung einer MSR-Nummer zu einer MSR-Stelle besteht. Durch die Eingabe einer MSR-Nummer durch den Bearbeiter wird die zugehörige MSR-Stelle geladen (sofern vorhanden) bzw. neu angelegt (wenn noch nicht vorhanden). Diese MSR-Stelle kann nun bearbeitet werden. Innerhalb einer MSR-Stelle ist durch die Anwahl von Spaltennummern durch den Nutzer eine freie Beweglichkeit im Dateneingabedialog möglich.
Wurden vom Nutzer Textbausteine angelegt (in der VOR-Datei), so erfolgt an den entsprechenden Stellen eine Darstellung auf dem Bildschirm. Die in den Textbausteinen abgelegten Wörter können dann in die MSR-Stelle übertragen werden.

5. Weiterentwicklung

Die Gestaltung eines rechnerunterstützten Arbeitsplatzes macht es erforderlich, den konventionellen Arbeitsalgorithmus im Detail zu analysieren und die Informationsbeziehungen unter verschiedenen Gesichtspunkten neu zu überdenken. Diese Recherchen bieten damit eine Grundlage für mögliche Optimierungen der Informationsbeziehungen. Oder anders ausgedrückt: Durch die Umsetzung eines konventionellen Algorithmus auf einen Rechnerarbeitsplatz im Maßstab 1:1 wird der Effektivitätsgewinn meistens vom Optimum entfernt liegen.
Die Recherchen zur MSR-Stellenliste ergaben, daß die Bearbeitung der MSR-Stellenliste durch weitgehende Nutzung der VOR-Datei („Vorhaben-Datei", Wörterbuch) beschleunigt werden kann. Die Erzeugung dieser Datei ist ein Arbeitsschritt, der eigentlich nicht zur Bearbeitung der MSR-Stellenliste gehört. Es handelt sich um einen vorgelagerten Arbeitsschritt, gewissermaßen ein „Modul 0" zum Modul 1.
Es wird davon ausgegangen, daß der VOR-Datei, in einer erweiterten Form, eine Bedeutung zukommt, die über den Rahmen der MSR-Stellenliste hinausgeht, dann nämlich, wenn andere Moduln im Rahmen einer durchgängigen rechnergestützten Projektierung auf sie zugreifen. Begriffe wie „Zustandsliste" [10], „Systemliste" und „Identbezeichnungen" (Gerätekurzbezeichnungen) [12] sind in der Diskussion.

Zusammenfassung

Es wurde ein Programm zur Bearbeitung der MSR-Stellenliste am Bürocomputer vorgestellt. Die drei Grundfunktionen des Programms, Dateneingabe, Dateigenerierung und Listendruck, werden durch eine Reihe von Zusatzfunktionen unterstützt. Dazu gehören z. B. die Unterstützung der Texteingabe über nutzergenerierte Textbausteine und diverse Kopierfunktionen. Diese Zusatzfunktionen, in Verbindung mit einer freien Steuerung der Dialogsituationen durch den Nutzer, machen das Programm zu einem komfortablen Projektierungsinstrument.
Das Programm kann zunächst als Insellösung in Betrieb genommen werden, um kurzfristige Effektivitätsverbesserungen gegenüber der konventionellen Arbeitsweise zu erzielen. Durch Ankopplung nachfolgender Moduln (Arbeitsphasen) mittels einer maschinenlesbaren Datei (Off-line-Kopplung) wird eine Entlastung der nachfolgenden Phasen von manueller Dateneingabe und eine Durchgängigkeit des rechnergestützten Projektierungsprozesses erzielt.

Literatur

[1] TGL 33247/01; Automatisierungsanlagen.
[2] *Müller, R.:* Projektierung von Automatisierungsanlagen. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
[3] *Müller, R.; Starke, L.; Töpfer, H.:* Projektierung und Kooperation. msr, Berlin 27 (1984) 11, S. 482–487.
[4] *Bennewitz, W.:* Rechnergestützte Projektierung von Automatisierungsanlagen. Wiss. Berichte der TH Leipzig (1986) 3, S. 32–36.
[5] TGL 35190, TGL 14091, TGL 28842, TGL 38375, TGL 31549.
[6] Katalog Automation Projektierungsvorschriften. VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow 1977, KAPV 21-03-31.
[7] Verordnung über die Vorbereitung von Investitionen. GBl. I Nr. 17 (1985).
[8] *Tschirschwitz, R.; Lemgo, K.:* Organisation der Informationsverarbeitung. II. Wiss. Kolloquium der Humboldt-Universität zu Berlin 1975, S. 79–96.
[9] *Matern, B.; Klabuhn, H.-D.:* Zur Bildschirmgestaltung von Dialogarbeitsplätzen. Feingerätetechnik, Berlin 34 (1985) 11, S. 502–505.
[10] TGL 31069; Schemata von Chemieanlagen. Entwurf 1985.
[11] *Heising, R.:* Rechnergestützte Projektierung von Automatisierungsanlagen der chemischen Industrie. Studie, TH Leipzig, Sektion AA (IHK), 1986.
[12] *Haupt, J.:* Untersuchungen zur Entwicklung einer Systemliste (vorhabenbegleitende Datei in Ergänzung der MSR-Liste) im Rahmen der rechnergestützten Projektierung von Automatisierungsanlagen.. Diplomarbeit, TH Leipzig, Sektion AA, 1986.

msr 8596

H. Stechert

Erarbeiten von Funktionsschaltplänen

0. Einleitung

Das nachfolgend beschriebene Programmpaket zur quasigrafischen Erstellung und Verwaltung von Funktionsschaltplänen (FSP) am Bürocomputer ist die Weiterentwicklung einer in [1] vorgestellten CAD-Lösung zur rechnerunterstützten Projektierung von MSR-Anlagen. Wesentliche Merkmale dieser Weiterentwicklung sind der Wechsel des Betriebssystems von SIOS 1526 auf UDOS 1526 sowie die Erweiterung des Zeichnungsformates von bisher A4 auf die zusätzlichen Formate A3 quer und A3 hoch.
Weitere Verbesserungen liegen in einem höheren Bedienungskomfort bei der Bildmanipulation und einem geänderten Dateikonzept, das eine flexiblere Arbeitsweise mit den Stammdateien ermöglicht. Die auf diesem Wege erarbeiteten Funktionsschaltpläne können auf einer für diesen Zweck präparierten Auftragsdiskette gespeichert und bei Bedarf mittels Grafikdrucker als Zeichnung in den genannten 3 Formaten ausgegeben werden.

1. Voraussetzungen

1.1. Hardware

Verwendet wird der Bürocomputer robotron A 5120/A 5130, der zusätzlich mit einer Bildschirmansteuerung zur quasigrafischen Bilddarstellung und einer grafischen Druckerausgabe ausgestattet wurde [2]. Für den modifizierten Bürocomputer werden spezielle Bedienroutinen für die Anschlußsteuerung des Bildschirms ABS K 7029 und den Seriendrucker 1154/5500 bzw. 1157/269 bereitgestellt [3].
Für die Arbeit mit dem Programm werden mindestens zwei Disketten-Laufwerke benötigt.

1.2. Bildelemente/Stammdateien

1.2.1. Zeichenvorrat

Neben den alphanumerischen Zeichen können 128 problemorientierte quasigrafische Zeichen frei programmiert und auf den EPROMs des Zeichengenerators abgespeichert werden. Für die FSP-Darstellung werden derzeitig 108 Zeichen (Bild 1) verwendet. Die Zeichen werden mit Hilfe eines Generierprogramms [3] am Bürocomputer im Dialog getrennt für Bildschirm (7 × 9 Raster) und Drucker (7 × 16 Raster) entworfen und abgespeichert. Das Raster des Druckerzeichenvorrats kann zur Anpassung des im RAM angelegten Formatspeichers an das Ausgabeformat des Druckers innerhalb bestimmter Grenzen variiert werden.

1.2.2. Zeichenketten

Als Zeichenketten werden hier FSP-Symbole bezeichnet, die aus mehreren Einzelzeichen innerhalb einer Zeile bestehen und maximal die Länge einer Zeile haben können. Diese FSP-Symbole lassen sich nicht im Einzelzeichenraster von 7 × 9 Bildpunkten darstellen, sondern benötigen mehrere Raster. Darüber hinaus lassen sich häufig verwendete Zeichenkombinationen als Zeichenketten definieren.
Im Bild 2 sind Beispiele für Zeichenketten aus der MSR-Technik dargestellt.

1.2.3. Schriftfeld-Schablone

Die Schriftfeld-Schablone stellt das Gerüst des FSP-Schriftfeldes der und ist bereits mit konstanten Eintragungen sowie auftragsunabhängigen Daten versehen.

1.2.4. Teilbilder

Teilbilder sind Bildausschnitte von maximal Bildschirmgröße, die unter einem Namen (1 ... 30stellige Mnemonik) auf Diskette komprimiert abgespeichert, zur Bilderstellung beliebig oft aufgerufen und im Format positioniert werden können.
Für eine rationelle FSP-Erstellung werden standardisierte Bauteile und sogenannte Teil-FSP als Stammdateien erstellt und auf einer gesonderten Diskette zusammengefaßt. Ihr Name entspricht dem Katalognamen des betreffenden Bauteils oder Teil-FSP, der dem Projektanten geläufig ist (Bild 3). Zusätzlich kann ein Erläuterungstext von 80 Zeichen eingegeben werden, der im Inhaltsverzeichnis angezeigt wird.

1.2.5. Gesamtbilder

Als Gesamtbilder werden hier auftragsunabhängige Komplett-FSP bezeichnet, die das Format ausfüllen und sich durch Eintragung von auftragsspezifischen Daten zum Funktionsschaltplan vervollständigen lassen. Ihre Abspeicherung erfolgt analog zu den Teil-FSP komprimiert, auf einer gesonderten Diskette unter Verwendung eines maximal 30stelligen Namens und eines 80stelligen Erläuterungstextes für das Inhaltsverzeichnis.

1.3. Präparierung der Auftragsdiskette

Die Auftragsdiskette dient zum Abspeichern der erstellten Funktionsschaltpläne und muß für diese Funktion mit Hilfe des Programms „Dateipflege" (s. Abschn. 3.) eingerichtet werden. Sie erhält dabei eine Kopfdatei (UICDAT) mit den folgenden, im Dialog am Bildschirm eingegebenen, auftrags- und nutzerspezifischen Daten:

```
ACCOUNT OR NAME:      (Nutzeridentifikationskode)
PASSWORD:             (Nutzerkennwort)
AUFTRAGSNUMMER:       (10stellig)
OBJEKT:
FUNKTIONSGRUPPE:
BEARBEITER:
BETRIEB:
STRUKTUREINHEIT:
SCHRIFTFELD-SCHABLONE POSITIONIEREN? [Y/N]:
SCHRIFTFELD-DATEN EINTRAGEN? [Y/N]:
```

Mit Beantwortung der beiden letzten Dialogfragen wird entschieden, ob bei der Erstellung eines neuen FSP zu Beginn automatisch die Schriftfeld-Schablone positioniert werden soll und, wenn ja, ob die auftragabhängigen Schriftfelddaten automatisch einzutragen sind.

Dipl.-Ing. *Harald Stechert* (37) studierte von 1968 bis 1972 an der Sektion Elektrotechnik der TU Dresden. Von 1973 bis 1979 mit der Projektierung von Fernwirkanlagen und Kraftwerkssteueranlagen im VEB KEAB Berlin beschäftigt. Seit 1980 in der Anwendungsprogrammierung im ehemaligen Institut für Elektro-Anlagen (IEA), heute ZFT des VEB EAB, tätig.

Bild 1. Quasigrafischer Zeichenvorrat für die FSP-Erstellung

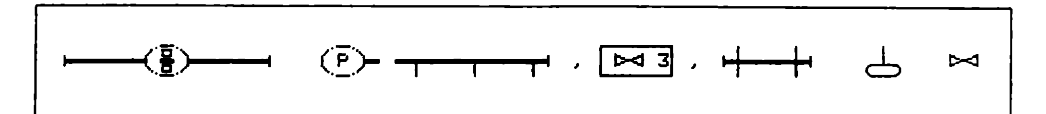


Bild 2. Zeichenketten (FSP-Symbole)

Durch diese Kopfdatei zur Identifizierung der Auftragsdiskette wird abgesichert, daß auftragsabhängige FSP nur auf den dafür vorgesehenen Disketten abgespeichert werden können und eine Vermischung mit den Stammdateien ausgeschlossen ist.

2. Arbeit mit dem Programmpaket „Funktionsschaltplan-Erstellung (FSPE)"

2.1. *Programmübersicht*

Eine Übersicht über den Arbeitsablauf und Datenfluß bei der FSP-Erstellung gibt Bild 4. Der Nutzer wird mit Hilfe von Menüs und Dialogausschriften durch das Programm geführt. Programmierkenntnisse seitens der Nutzer werden nicht vorausgesetzt. Die zur Bedienung notwendigen Informationen sind in einer Einsatzrichtlinie enthalten, daneben steht dem Nutzer eine Help-Funktion in Form einer Modulübersicht zum Programm „Bildaufbau und -manipulation" (s. Tafel 3) zur Verfügung. Nachfolgend wird die praktische Arbeit bei der FSP-Erstellung am Bürocomputer im einzelnen erläutert.

2.2. *Eröffnungsdialog*

Nach dem Laden des UDOS-Betriebssystems und der Eingabe des aktuellen Datums wird das Anwenderprogramm geladen und gestartet. Zuerst werden die Laufwerke nach einer Auftragsdiskette mit der Kopfdatei UICDAT (s. Abschn. 1.3.) abgesucht. Ist sie vorhanden, wird sie eingelesen und die Überschriftstafel des Programmpakets eingeblendet, andernfalls erfolgt eine Fehlermeldung.
Der in Tafel 1 dargestellte Eröffnungsdialog kann beginnen. Die nutzer- und auftragsspezifischen Daten

Tafel 1. Eröffnungsdialog

```
*****************************************************************
***                                                          ***
***          QUASIGRAFISCHE BILDERSTELLUNG                   ***
***                                                          ***
***            VERSION 1.0 (UDOS 1526)                       ***
***                                                          ***
***               FUNKTIONSSCHALTPLAN                        ***
***                                                          ***
*****************************************************************
ANMELDUNG:

>HELLO
ACCOUNT OR NAME:            111,111
PASSWORD:
AUFTRAGSNUMMER:             567892
(5.-9. STELLE + PZ)
NACHTRAGS-NR.:
OBJEKT:                     KW LICHTENBERG
BEARBEITER:                 Mueller
```

Tafel 2. Hauptmenü der Programmfunktionen

KOMPLEX FSP-ERSTELLUNG	
FSP ERSTELLEN	1
FSP DRUCKEN	2
FSP-VERZEICHNIS	3
TEILBILD-VERZEICHNIS	4
GESAMTBILD-VERZEICHNIS	5
ENDE	6

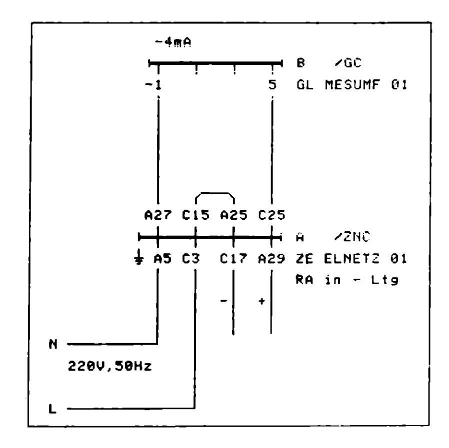


Bild 3. Teil-FSP für Füllstandsmessung

- ACCOUNT OR NAME
- PASSWORD
- AUFTRAGSNUMMER (5.–9. STELLE + PZ)

sind einzugeben und werden intern mit den Daten der Kopfdatei UICDAT verglichen. Bei Nichtübereinstimmung werden die eingegebenen Daten abgewiesen und der Dialog bleibt stecken. Damit wird gesichert, daß jeder Nutzer nur mit seiner Diskette einen bestimmten Auftrag bearbeiten kann.
Bei korrekter Dateneingabe werden die Positionen

- OBJEKT
- BEARBEITER

angezeigt und das Anwenderprogramm mit dem Laden der nachfolgenden Stammdateien in den RAM eröffnet:

- Zeichenvorrat/Drucker (ZVDRUCK)
- Menü Zeichenvorrat/Bildschirm (ZVBILD)
- Zeichenkettenspeicher (ZKSPEICHER)
- Schriftfeld-Schablone (SCHRIFTFELD)
- Modulübersicht/Bilderstellung (MODUEBE).

Danach erscheint auf dem Bildschirm das Hauptmenü zur Auswahl der gewünschten Programmfunktion.

2.3. *Hauptmenü der Programmfunktionen*

Das in Tafel 2 dargestellte Hauptmenü befindet sich an der Programmverzweigung zu den einzelnen Funktionen, die nachfolgend erläutert werden. Zur Beendigung der FSP-Erstellung am Bürocomputer wird von hier aus mit Eingabe des Menüwerts 6 in die UDOS-Systemebene zurückgesprungen.

2.3.1. FSP erstellen

Zu Beginn ist die Meßstellen-Nr. des zu erstellenden bzw. zu vervollständigenden FSP einzugeben. Danach wird geprüft, ob sich diese bereits im Disketteninhaltsverzeichnis der Auftragsdiskette befindet. Ist sie vorhanden, wird der dazu gehörende FSP in den Formatspeicher eingelesen und auf dem Bildschirm angezeigt. Handelt es sich um einen neu zu erstellenden FSP, wird in der Dialogzeile die Formatabfrage unter Anzeige der drei möglichen Zeichnungsformate und ihrer Formatkennzeichen vorgenommen. Der Formatspeicher ist wie folgt unterteilt:

A4 hoch: 64 Spalten × 40 Zeilen
A3 quer: 128 Spalten × 40 Zeilen
A3 hoch: 92 Spalten × 56 Zeilen.

Da der Bildwiederholspeicher (Bildschirm) nur 64 Spalten und 32 Zeilen umfaßt, ist eine zusammenhängende Betrach-

tung des FSP nur durch Verschieben des Bildschirms über den Formatspeicher möglich. Zu diesem Zweck wurde eine Rollfunktion realisiert, die ein zeilen- und spaltenweises Rollen in vier Richtungen mit Hilfe des Kursors sowie ein sprunghaftes Einstellen der vier Eckpunkte des Formates mittels spezieller Funktionstasten ermöglicht.

2.3.1.1. Bildaufbau und -manipulation

Nach der Formatauswahl wird, sofern es bei der Präparierung der Auftragsdiskette (s. Abschn. 1.3.) so festgelegt wurde, die Schriftfeld-Schablone im dafür vorgesehenen Formatabschnitt positioniert, mit den Daten der Kopfdatei versehen und auf dem Bildschirm angezeigt.

An dieser Stelle beginnt die Erstellung des FSP-Bildes unter Nutzung der vielfältigen Funktionen des Programms „Bildaufbau und -manipulation“. Die in Tafel 3 dargestellte Modulübersicht enthält alle Funktionen des Programms sowie deren Aufruf-, Unter- und Endekommandos in Kurzform, die zur Unterstützung des Nutzers bei der Bildschirmarbeit dienen sollen. Folglich läßt sich diese Übersicht beliebig oft auf dem Bildschirm anzeigen, während der FSP im Formatspeicher erhalten bleibt.

Die Module werden mit den entsprechenden Buchstaben (Kommandos) unter vorheriger Betätigung der ET1-Taste aufgerufen und in der Mehrzahl mit ET2 beendet.

Nachfolgend werden die Module im einzelnen vorgestellt:

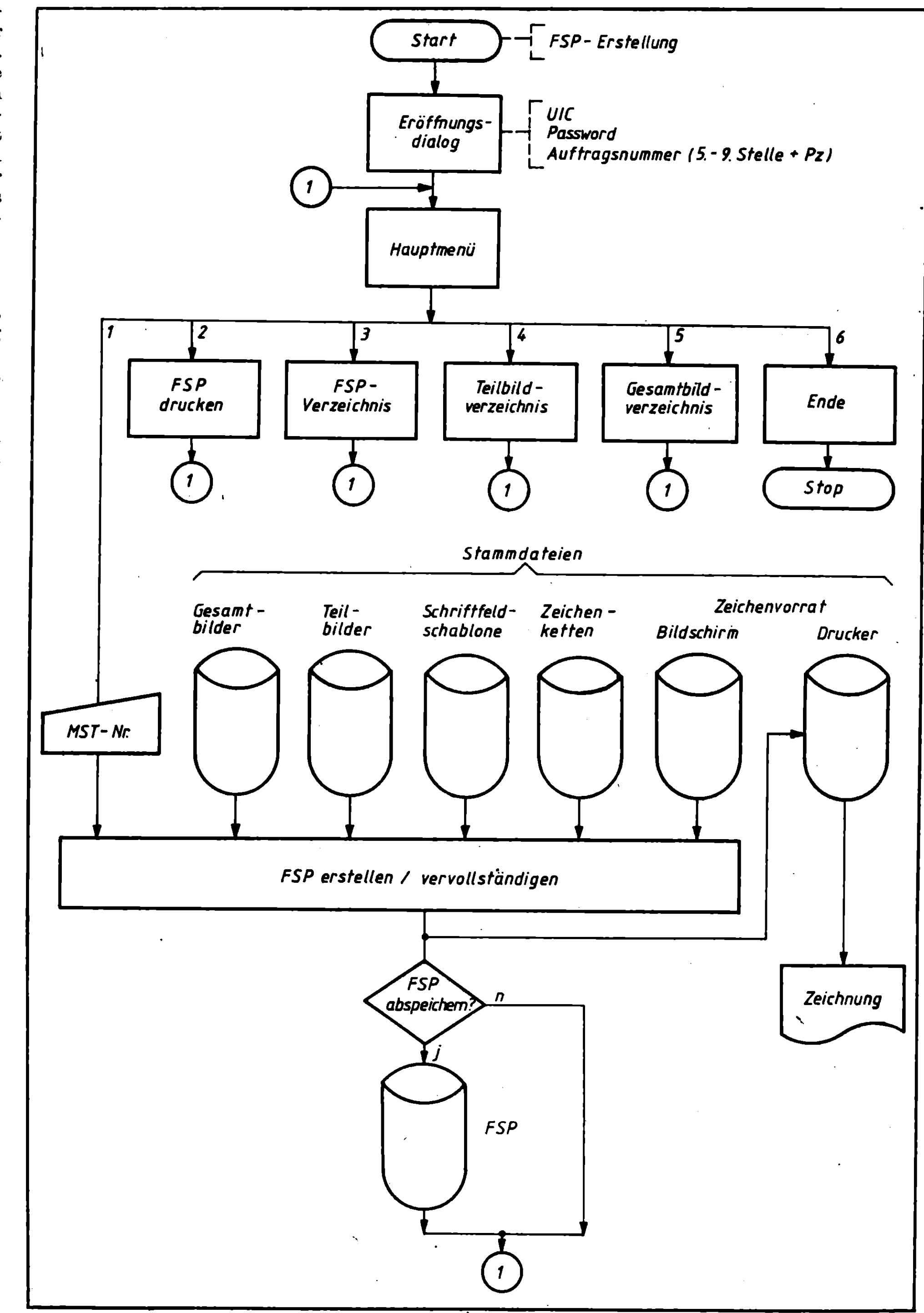


Bild 4. Datenfluß der FSP-Erstellung

— *Format ändern*
Das zu Beginn der Bilderstellung gewählte Format läßt sich mit diesem Kommando korrigieren. Hierbei ist eine Vergrößerung oder Verkleinerung auch bei bereits teilweise erstelltem Bild möglich, um das Format optimal auszunutzen.

— *Format löschen*
Der Bildwiederholspeicher sowie der gesamte Formatspeicher werden gelöscht.

— *Bildschirm löschen*
Der Bildwiederholspeicher sowie dessen Hintergrundbild im Format (Formatausschnitt) werden gelöscht.

— *Freies Löschen*
Diese Funktion dient zum Löschen von Bildteilen, wobei die Löschrichtung durch die vier Kursor-Richtungstasten frei wählbar ist.

— *Bildschirm über Format rollen*
Unter Verwendung der vier Kursor-Richtungstasten läßt sich der Bildschirm wie ein Fenster über das Format verschieben. Der Kursor bleibt dabei fest im Format stehen.

— *Linie zeichnen/löschen*
Ausgehend von der Kursorposition kann mittels Kursor-Richtungstasten eine Linie gezeichnet werden. Richtungsänderungen und Überschneidungen sind möglich, wobei entsprechende Winkel- bzw. Kreuzungselemente ausgegeben werden. Diese Funktion ist über das gesamte Format wirksam, indem bei Überschreitung des Bildschirmrandes die Rollfunktion ausgelöst wird. Die Linie läßt sich unterbrechen und mit der Leertaste rückwärts bis maximal zum Ursprung löschen.

— *Strichlinie zeichnen/löschen*
Funktion und Bedienung analog Linie zeichnen/löschen, jedoch Ausgabe verkürzter Linienelemente.

— *Spaltenweise schreiben*
Ausgehend von der Kursorposition werden alle über die Tastatur eingegebenen Zeichen senkrecht ausgegeben.

— *Horizontale und vertikale Zeichenketten/Bildausschnitte verschieben, kopieren, löschen*
Zeichenketten werden automatisch bis zum nächsten Leerzeichen oder manuell durch Erfassen mittels Kursor begrenzt und können im Bild verschoben, gelöscht oder beliebig oft an andere Positionen kopiert werden.
Diese Manipulationen sind auch mit rechteckigen Bildausschnitten möglich. Zum Eingrenzen des Bildausschnittes muß der Kursor vom linken oberen Eckpunkt ausgehend horizontal über die zu erfassenden Spalten und vertikal über die zu erfassenden Zeilen geführt werden.

— *Menü Zeichenvorrat*
Im Gegensatz zu den alphanumerischen Zeichen, die über die

Tastatur eingegeben werden, wird der quasigrafische Zeichenvorrat als Menü angeboten, aus dem die entsprechenden Zeichen auszuwählen sind. Der quasigrafische Zeichenvorrat belegt 4 Menüzeilen mit maximal 32 Zeichen, die nacheinander in die erste Bildschirmzeile eingeblendet werden können. Die Zeilenumschaltung sowie die Zeichenauswahl aus dem Menü werden mit den Kursortasten realisiert. Die Zeichenausgabe erfolgt einzeln oder wiederholt an der vor Menüaufruf eingestellten Kursorposition mit den entsprechenden Unterkommandos.

— *Menü-Zeichenketten*
Der Zeichenkettenspeicher umfaßt 5 Menüzeilen, die durch Komma voneinander getrennte Zeichenketten unterschiedlicher Länge beinhalten. Zeilenumschaltung, Zeichenkettenauswahl und -positionierung werden analog zum Zeichenvorrat bedient, wobei die Position nach der Ausgabe im Bild verändert werden kann.

— Teil-FSP
Nach Eingabe des Namens wird der entsprechende Teil-FSP von der Diskette gelesen, im RAM dekomprimiert und im linken oberen Teil des Bildschirms angezeigt. Danach ist seine Positionierung im gesamten Format unter Nutzung der Rollfunktion mittels Kursortasten möglich. Wird kein Name eingegeben, so erscheint mit Betätigung der ET1-Taste das Inhaltsverzeichnis aller auf der eingelegten Diskette enthaltenen Teil-FSP einschließlich des dazugehörigen Erläuterungstextes.

— *Gesamt-FSP*
Nach Eingabe des Namens wird der Gesamt-FSP von der Diskette in den Formatspeicher eingelesen, wo er für seine weitere Vervollständigung zum auftragsabhängigen FSP zur Verfügung steht. Der aufgerufene Gesamt-FSP bestimmt das Format des zu erstellenden FSP, indem das vorgewählte Formatkennzeichen überschrieben wird.
Analog zu den Teil-FSP läßt sich ein Disketteninhaltsverzeichnis der Gesamt-FSP einschließlich der Erläuterungstexte auf dem Bildschirm anzeigen bzw. mittels Drucker ausgeben.

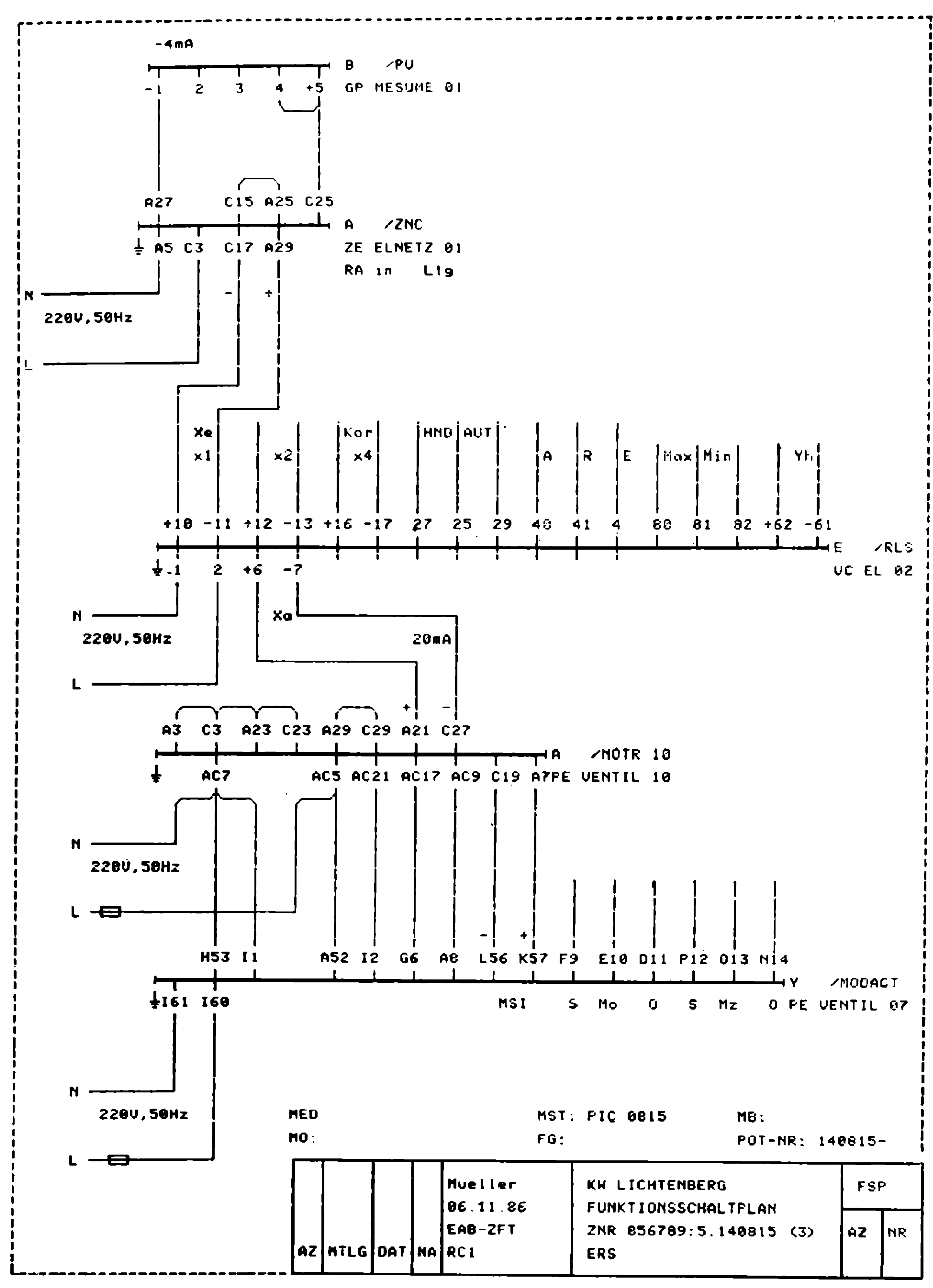


Bild 5. Funktionsschaltplan im A3-Hochformat

— *Wiederhol-FSP*
Mit diesem Aufruf kann ein bereits erstellter auftragsabhängiger FSP zur Erstellung eines neuen FSP verwendet werden.
Sollte dieser Wiederhol-FSP auf einer anderen Auftragsdiskette vorhanden sein, ist er mittels UDOS-Kommandos „MOVE“ oder „COPY“ auf die aktuelle Auftragsdiskette zu kopieren.

— *Schriftfeldschablone positionieren*
Neben der softwaremäßigen automatischen ist auch eine manuelle Positionierung der Schriftfeldschablone, z. B. bei Beschädigung durch Bildmanipulationen, möglich. Sie enthält bereits auftragsspezifische Daten.

— *Schriftfelddaten eintragen*
Mit dieser Funktion wird die manuelle Dateneintragung in das Schriftfeld unterstützt, indem der Kursor auf die auszufüllenden Positionen gestellt wird.

— *FSP auf Diskette löschen*
Ein nicht benötigter FSP wird als Datei auf der Auftragsdiskette gelöscht. Zur Sicherheit vor unbeabsichtigter Löschung muß vorher eine Dialogfrage beantwortet werden.

— *Zeichnungsausgabe*
Ein im Formatspeicher vorhandener und auf dem Bildschirm angezeigter FSP kann nach Eingabe verschiedener Druckparameter einzeln oder mehrfach wiederholt über den Grafikdrucker ausgegeben werden. Das A3-Querformat wird dabei um 90° gedreht ausgedruckt, weil die Breite des Druckers geringer als die Formatbreite A3 ist. Bei der Ausgabe des A4-Formates kann in Abhängigkeit von der Papierbreite über eine Drehung entschieden werden.
Bild 5 zeigt verkleinert einen FSP im A3-Hochformat.

2.3.1.2. FSP-Verwaltung/Dateiarbeit

Die erstellten Funktionspläne werden auf der Auftragsdiskette komprimiert, d. h., unter Ausnahme der Leerzeichen, als Einzeldateien abgespeichert. Die Anzahl der Datensätze wird also

Tafel 3. Modulübersicht

PROGRAMM BILDAUFBAU UND -MANIPULATION

MODULUEBERSICHT / KOMMANDOS (UNTERKOMMANDOS / ENDE)

MODULAUFRUF	ET1 + KOMMANDO
MODULUEBERSICHT EINBLENDEN	M (MODULAUFRUF/ET2)
FORMAT AENDERN	A
FORMAT LOESCHEN	CE
BILDSCHIRM LOESCHEN	PF1 (S1)
FREIES LOESCHEN	F (KURSORTASTEN, ET1/ET2)
BILDSCHIRM UEBER FORMAT ROLLEN	R (KURSORTASTEN/ET2)
LINIE ZEICHNEN/LOESCHEN	L (KURSORT., LEERT., ET1/ET2)
STRICHLINIE ZEICHNEN/LOESCHEN	Q (KURSORT., LEERT., ET1/ET2)
SPALTENWEISE SCHREIBEN	S (KURSORTASTEN/ET2)
HOR. ZEICHENKETTE VERSCH., KOP., LOE.	H (V ET1/ET2, K ET1/ET2, L)
VERT. ZEICHENKETTE VERSCH., KOP., LOE.	V (V ET1/ET2, K ET1/ET2, L)
BILDAUSSCHNITT VERSCH., KOP., LOE.	B (V ET1/ET2, K ET1/ET2, L)
MENUE ZEICHENVORRAT	C (Z, S, H/ET2, V/ET2)
MENUE ZEICHENKETTEN	K (ET1, KURSORT., V, K, L/ET2)
TEIL-FSP	T (KURSORT., V, K, L, ET1/ET2)
GESAMT-FSP	G
WIEDERHOL-FSP	W
SCHRIFTFELD-SCHABLONE POSITIONIEREN	P
SCHRIFTFELD-DATEN EINTRAGEN	D (ET1/ET2)
FSP AUF DISKETTE LOESCHEN	N
ZEICHNUNGSAUSGABE	Z
ENDE/FSP ABSPEICHERN	E

durch die Menge der im FSP enthaltenen Zeichen bestimmt. Bei jeder wiederholten Abspeicherung eines FSP, z. B. nach Aktualisierung, wird die alte Datei gelöscht und durch die neue ersetzt.

2.3.2. FSP drucken

Diese aus dem Hauptmenü aufrufbare Funktion ermöglicht das kontinuierliche Ausdrucken von Funktionsschaltplänen im Intervall von Start-Meßstellen-Nr. bis End-Meßstellen-Nr. gemäß FSP-Verzeichnis.

2.3.3. FSP-Verzeichnis

Das Verzeichnis der Meßstellen-Nummern aller auf der bearbeiteten Auftragsdiskette vorhandenen FSP wird auf dem Bildschirm angezeigt bzw. bei Bedarf ausgedruckt. Damit erhält der Nutzer ein aktuelles Verzeichnis seiner erstellten FSP.

2.3.4. Teilbildverzeichnis

Im Gegensatz zum diskettenbezogenen Inhaltsverzeichnis der Teil-FSP und Bauteile ermöglicht dieses im Programm „Dateipflege" von Hand erstellte Verzeichnis einen Gesamtüberblick über alle für die FSP-Erstellung zur Verfügung stehenden Teil-FSP. Nach der Prozeßgröße geordnet werden die als Gesamtbilder erstellten Seiten des Verzeichnisses angezeigt. Die Aktualisierung des Teilbildverzeichnisses obliegt einem Systemverantwortlichen.

2.3.5. Gesamtbildverzeichnis

Analog zum Teilbildverzeichnis existiert auch ein Verzeichnis aller auftragsunabhängigen Gesamt-FSP, die zum FSP komplettiert werden können.

3. Programm „Dateipflege (FSPD)"

Mit diesem Serviceprogramm können folgende, im Anwenderprogramm „Funktionsschaltplan-Erstellung" verwendeten Stammdateien neu eingegeben bzw. aktualisiert werden:

— Menü Zeichenvorrat/Bildschirm	(ZVBILD)
— Zeichenkettenspeicher	(ZKSPEICHER)
— Schriftfeld-Schablone	(SCHRIFTFELD)
— Teilbilder	(Mnemonik)
— Gesamtbilder	(Mnemonik)
— Modulübersicht/Bilderstellung	(MODUEBE)
— Modulübersicht/Dateipflege	(MODUEDAT).

Weiterhin realisiert das Programm die dialoggestützte Eingabe der Kopfdaten zur Präparierung der Auftragsdiskette mit der Kopfdatei „UICDAT" (s. Abschn. 1.3.).

Zur Generierung des problemspezifischen quasigrafischen Zeichenvorrats und dessen Abspeicherung auf Diskette bzw. auf den 3 EPROMs des Zeichengenerators wird ein gesondertes Programm angeboten, das Bestandteil der Basissoftware zum quasigrafischen Bürocomputer ist [3].
Während die o. g. Dateien im Anwenderprogramm „Funktionsschaltplan-Erstellung" nur gelesen werden können, ist im Dateipflegeprogramm sowohl ein Lesen als auch ein Beschreiben möglich.
Deshalb sollte der Zugriff zu diesem Programm im Interesse der Datensicherheit nur privilegierten Nutzern möglich sein.

Schlußbemerkungen

Mit dieser im ZFT des VEB Elektroprojekt und Anlagenbau Berlin entwickelten CAD-Lösung zur rechnergestützten Funktionsschaltplan-Erstellung steht eine vielseitig verwendbare Anwendersoftware zur Verfügung. Da das Programmpaket von der Grundkonzeption her problemunabhängig ist, wäre sein Einsatz auch für andere Arten von Schaltplänen (z. B. Logikpläne, Stromlaufpläne u. a.) möglich. Grundbedingungen für die Art des zu erstellenden Bildes sind die Generierung eines problemspezifischen Zeichenvorrats sowie der Aufbau entsprechender Stammdateien. Mit dieser Methode der Schaltplanerstellung sind auch die wesentlichen Voraussetzungen für eine rechnergestützte Auswertung der Schaltpläne zur Erarbeitung von Konstruktionsunterlagen erfüllt, wodurch der Nutzen der hier vorgestellten Lösung beträchtlich erhöht werden kann. Ein Beispiel hierfür ist die in [4] beschriebene Erstellung von Verdrahtungsunterlagen, die im Industrie-Hochschul-Komplex Anlagenautomatisierung (IHK) Leipzig entwickelt wurde und sich mit der FSP-Erstellung zu einem leistungsfähigen Gesamtkonzept der rechnergestützten Erarbeitung und Auswertung von Funktionsschaltplänen vereinigen läßt.

Literatur

[1] *Urban, B.; Stechert, H.; Wöhlert, J.:* Entwicklung von Funktionsschaltplänen am Bürocomputer. edv-aspekte, Berlin (1986) 2, S. 13–17.
[2] *Urban, B.:* Quasigrafischer Projektierungsarbeitsplatz auf Basis des Bürocomputers A 5120/A 5130. NTB, Berlin 28 (1984) 6, S. 174–176.
[3] *Schimpf, W.; Urban, B.:* Erfahrungen mit der Drucker-Ausgabe für Grafikzwecke beim Bürocomputer A 5120/A 5130. NTB, Berlin 30 (1986) 6, S. 174–179.
[4] *Bennewitz, W.; Ulbricht, M.; Stechert, H.:* Ein CAD-System zur Projektierung und Konstruktion von MSR-Unterlagen. msr, Berlin 29 (1986) 10, S. 461–464.

msr 8619

W. Bennewitz; T. Hoppe; H. Reichstein

Rechnergestützter Entwurf von Zentraleinrichtungen

Im Rahmen eines modularen Konzeptes für die Entwicklung rechnergestützter Arbeitsplätze zum Entwurf von Automatisierungsanlagen [1] wird gegenwärtig im Industrie-Hochschul-Komplex der TH Leipzig eine Lösung zur konstruktiven Gestaltung von Zentraleinrichtungen bearbeitet.
Zielstellung der Konstruktion ist es, die durch den Projektanten in der Ausrüstungsliste vorgegebenen Geräte in einer oder mehreren Zellen möglichst platzsparend anzuordnen, wobei unter anderem folgende Dokumentationen entstehen:

- Skizze zur Gestaltung von einzelnen Bestückungsebenen (wie Türen, Schwenkrahmen, Schaltgerüste)
- Übersichtsskizzen zur Anordnung der Bestückungsebenen in den Zellen (sog. Null-Zeichnungen)
- Belegungspläne zu den Bestückungsebenen, in denen der Einbauort mit der Positionsnummer in der Ausrüstungsliste verknüpft wird
- verschiedene Stücklisten.

Der Konstrukteur wird durch eine Vielzahl formalisierbarer Tätigkeiten belastet:

- Katalogarbeit
- Lösung einfacher räumlicher Konstruktionsprobleme
- Zeichnen einfacher geometrischer Strukturen
- Notation vielstelliger Bauteil- und Zeichnungsnummern und von Katalogtexten
- Saldierung von Konstruktionsbauelementen in Stücklisten.

Mit Hilfe des Rechners läßt sich diese Aufgabe mit höherer Produktivität, Qualität und Zuverlässigkeit betreiben. Durch EDV-gerechte Gestaltung der Schnittstellen zu weiteren angrenzenden CAD-Arbeitsplätzen (Ausrüstungsliste, Funktionsschaltpläne, Verdrahtungsunterlagen) im Konzept ergeben sich mit der Weitergabe von Zwischenergebnissen auf maschinenlesbaren Datenträgern durch die Einsparung mehrfacher manueller Dateneingaben weitere Rationalisierungseffekte.
Der Konstruktionsprozeß wurde hinsichtlich seiner Implementierung auf einem Bürocomputer untersucht und aufbereitet. Daraus konnten eine Arbeitsplatzkonzeption mit den zugehörigen Forderungen an die Rollenverteilung Rechner — Konstrukteur und die Dialoggestaltung abgeleitet werden. Dazu ist eine relativ umfangreiche Stammdatei mit verschiedenen technischen Angaben zu den im Projekt enthaltenen Geräten (Gerätekatalog) sowie die Ausrüstungsliste auf einem Datenträger notwendig. Für Ersteres ist ein Dialogprogramm zur Datenpflege zu entwickeln, die Ausrüstungsliste kann aus dem Systemmodul „Ausrüstungsliste" abgeleitet werden.
Zur Eröffnung des Konstruktionsdialoges sind verschiedene grundsätzliche Angaben zum Auftrag und zum gewählten Gefäß einzugeben. Anschließend kann zwischen sechs Arbeitsgängen gewählt werden (Bild).

Bestückung Rahmen:

Nach Eingabe der Positionsnummer (z. B. anhand des Funktionsschaltplanes) bestimmt der Rechner über die Ausrüstungsliste die Bauteilnummer nach Katalog Automation Bauteile (KAB) und kann nun im Gerätekatalog folgende Angaben ermitteln:

- einzuhaltende Mindestabstände zwischen den Geräten
- Sortiment möglicher Befestigungsschienen
- Sortiment möglichen weiteren Konstruktionszubehörs (z. B. Befestigungsplatten)
- weiteres Zubehör, das auch in der Ausrüstungsliste geführt wird (z. B. Fassungen)
- Bezeichnung und Anzahl der für die Montage erforderlichen Schrauben, Muttern, Scheiben.

In daraus aufgebauten Menüangeboten hat der Konstrukteur die tatsächlich einzusetzenden Konstruktionsbauelemente festzulegen. Auf einem grafikfähigen Bildschirm wird ihm dann ein Konstruktionsvorschlag unterbreitet, bei dessen Erarbeitung auch freie Plätze auf schon vorhandenen Befestigungsleisten berücksichtigt werden. Dieser Vorschlag kann gegebenenfalls

Prof. Dr. sc. techn. *Werner Bennewitz* (53) studierte von 1954 bis 1959 an der Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List" Dresden. 1959 bis 1963 Hauptabteilungsleiter und von 1964 bis 1980 Betriebsdirektor im VEB GRW Teltow, Betriebsteil Leipzig. 1977 Dissertation A, 1980 Dissertation B. Seit 1981 Leiter des Industrie-Hochschul-Komplexes an der TH Leipzig. 1986 Berufung zum außerordentlichen Professor an die TH Leipzig.

Dr.-Ing. *Thomas Hoppe* (32) studierte von 1975 bis 1979 an der Sektion Informationstechnik der TU Dresden. 1979 bis 1981 Entwicklungsingenieur im Institut für Regelungstechnik Berlin. Ab 1981 Projektingenieur im Industrie-Hochschul-Komplex der TH Leipzig.

Dipl.-Ing. *Hartmut Reichstein* (36) studierte von 1969 bis 1974 an der Fakultät für Elektrophysik des Polytechnischen Instituts Lwow. 1974 bis 1982 wissenschaftlicher Mitarbeiter im VEB Carl Zeiss JENA. Seit 1983 Projektingenieur im Industrie-Hochschul-Komplex der TH Leipzig.

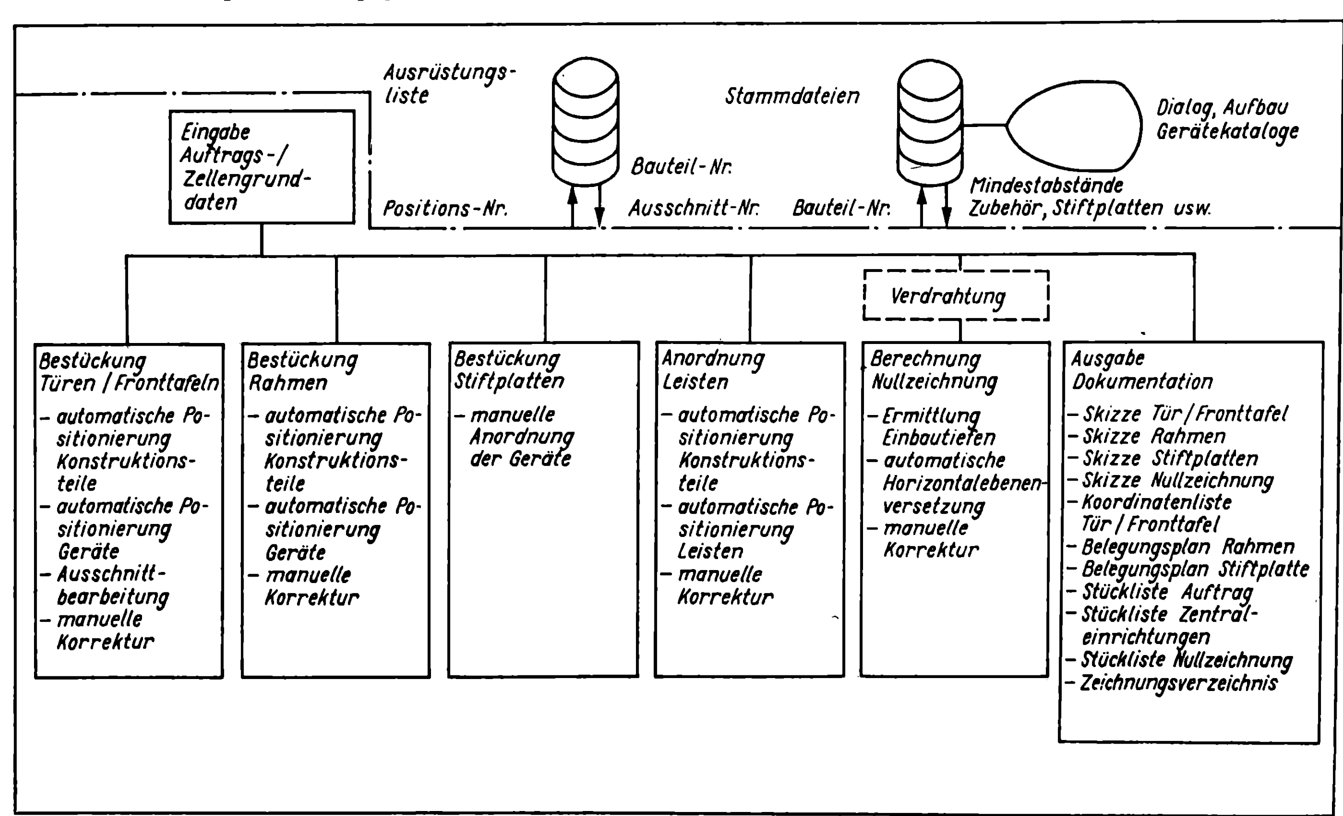


Bild. Übersicht zum Programmsystem „Rechnergestützter Entwurf von Zentraleinrichtungen"

— — — Modul Verdrahtung [2]; —·—·— Hauptprogramm

vor Bestätigung korrigiert werden. Nach Festlegung des Einbauortes wird dem Gerät automatisch die Ortsbezeichnung gemäß Katalog Automatisierung Projektierungsvorschriften zugewiesen. Auch später ist eine Korrektur durch Einfügen oder Löschen eines Gerätes noch möglich, wobei zwischen drei Varianten gewählt werden kann: Die Ortsbezeichnung der nachfolgenden Geräte wird nicht geändert (erforderlich, wenn die Fertigung bereits eingeleitet wurde), die Bezeichnung nachfolgender Geräte wird aktualisiert oder Erzeugung von Doppelbelegungen für positionierte Einbauhilfstechniken. Es können nicht nur Geräte, sondern auch bestückte Lötstiftplatten positioniert werden. Hierzu ist anstelle der Positionsnummer die entsprechende Zeichnungsnummer einzugeben.

Bestückung Türen/Fronttafeln:

Das Programm bietet den gleichen Leistungsumfang wie im vorstehend beschriebenen Arbeitsgang. Zusätzlich ist die Problematik der Gestaltung von Durchbrüchen zu beachten. Die Ausschnittgröße wird über einen feststehenden Nummernschlüssel durch den Projektanten festgelegt und ist in dieser Form Bestandteil der Ausrüstungsliste. Dem Konstrukteur wird diese Nummer angeboten. Er kann sich aber auch über ein auf Angaben aus dem Gerätekatalog basierendes Menü zu anderen Größen entscheiden, falls die Einbaulage geändert werden soll. Die Bearbeitung von Gerätezeilenausschnitten ist möglich.

Bestückung Stiftplatten:

Über die Zeichnungsnummer kann eine von etwa 20 Lötstiftplatten ausgewählt werden, deren Stiftanordnung in Form einer Matrix in einer Datei hinterlegt ist. Im weiteren erfolgt die Bestückung dieser Platte mit elektronischen Bauelementen ähnlich der Belegung von Rahmen mit Geräten, wobei der Rechner die Einhaltung des Lötstiftrasters kontrolliert. Das Ergebnis dieses Arbeitsganges wird unter einer projektspezifischen Zeichnungsnummer auf einen Datenträger ausgegeben und kann dann bei der Bestückung des Rahmens unter dieser Nummer wieder aufgerufen werden.

Anordnung Leisten:

Die verschiedenen Möglichkeiten der konstruktiven Anordnung von Leisten sind als Matrix in einer Datei hinterlegt und können durch den Konstrukteur aufgerufen werden. Die Lage der einzelnen Leisten kann dem jeweiligen Anwendungsfall entsprechend korrigiert werden. Durch Auswertung der bei der Verdrahtung des Projektes [2] entstandenen Datenträger finden von vornherein nur die Leisten Berücksichtigung, die auch in den Verdrahtungsunterlagen enthalten sind.
Nähere Angaben zu diesen Leisten (Klemmenanzahl, Leistentyp, Klemm- oder Lötleiste) werden dabei ebenfalls bereitgestellt, so daß nach Eingabe der noch fehlenden Klemmkörperbezeichnung der Rechner durch Nutzung interner Verzeichnisse zu Löt- und Klemmverteilerbaugruppen die genaue Zeichnungsnummer der einzusetzenden Leiste für Stücklisten bestimmen kann.

Berechnung Nullzeichnung:

Die Nullzeichnung gibt in einem horizontalen Schnitt durch die Zelle die Einbautiefe der vorhandenen Bestückungsebenen an. Die Berechnung dieser Maße wird vom Programm übernommen. Es ist vorgesehen, auch die Versetzung einzelner Horizontalebenen nach vorn oder hinten zur optimalen Platzgestaltung zu berücksichtigen
Das Bild enthält einen Überblick über die auszugebende Dokumentation.
Die beschriebene Zielstellung wird im weiteren in ein Programmsystem umgesetzt. In seiner endgültigen Form soll es auf einem 16-bit-Arbeitsplatzcomputer zur Verfügung stehen. Als Ausgabegeräte sind Drucker und Plotter vorgesehen.

Literatur

[1] *Bennewitz, W.:* Rechnergestützte Projektierung von Automatisierungsanlagen. Wissenschaftliche Berichte der TH Leipzig (1986) 3, S. 32–36.
[2] *Bennewitz, W.; Hoppe, T.:* Arbeitsplatz „Rechnergestützte Konstruktion" — eine Pilotlösung auf dem Weg zur rechnergestützten Projektierung im Automatisierungsanlagenbau. msr, Berlin 28 (1985) 10, S. 465–468.

msr 8618

W. Bennewitz; T. Hoppe; R. Leipold

Rechnergestützter Arbeitsplatz „Verdrahtung von Automatisierungsanlagen" — erste Erfahrungen aus der Entwicklung und der Einführung

0. Einleitung

Die Einführung der rechnergestützten Arbeitsweise in die Projektierung von Automatisierungsanlagen stellt ein wichtiges und umfangreiches Aufgabengebiet zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Qualität in diesem Bereich der Volkswirtschaft dar. Dazu wurde bereits in [1] bis [3] berichtet.
Nachfolgend sollen Erfahrungen vermittelt werden, die bei der Entwicklung und bei der Einführung einer rechnergestützten Lösung gesammelt wurden.

1. Anmerkungen zur Lösung

Als gerätetechnische Basis dient ein Bürocomputer A 5120 bzw. A 5130 des VEB Kombinat Robotron mit drei bzw. vier Minidiskettenlaufwerken und einem internen Speicher von 64 Kbyte RAM. Das Betriebssystem UDOS-1526 [4] unterstützte die Softwareentwicklung und bildet die Grundlage für das modulare Programmsystem CADK-GRW, das in einer Überlagerungsstruktur organisiert ist.
Mit Hilfe dieses Programmsystems werden Verdrahtungsunterlagen für Automatisierungsanlagen erarbeitet. Ausgehend vom Funktionsschaltplan bzw. Stromlaufplan können aufgrund einer geeigneten Datenstruktur für Objekte mit etwa 10^4 Klemmenstellen die Verbindungen von Bauteilen in der Außenanlage und den Zentraleinrichtungen und innerhalb der Zentraleinrichtungen festgelegt und dokumentiert werden. Zu den Unterlagen, die anschließend, z. B. in Technologie, Materialwirtschaft oder Montage, benutzt werden, gehören die Brückenlisten für örtliche Geräte und für Bestückungsebenen in der Zentraleinrichtung (z. B. Schwenkrahmen), die Anschlußlisten, die Bauschaltlisten, die Listen für Klemmeneintragungen, die Kabelliste Unterverbindungen, die Liste Materialverbrauch Kabel und Leitungen und schließlich das Zeichnungsverzeichnis Konstruktion.

2. Erfahrungen aus Entwicklung und Einführung

Auf der Grundlage eines längerfristigen Gesamtkonzepts wurden Teilaufgaben der Projektierung ausgewählt, bei deren Bearbeitung ein hoher Anteil der Operationen formalisierbar ist und die deshalb für die rechnergestützte Arbeitsweise besonders geeignet sind. Bei der schrittweisen Erarbeitung von Lösungen für die Teilaufgaben war ein komplexes interdisziplinäres Herangehen notwendig, wobei das Überschreiten von Abteilungs-, Betriebs- oder Kombinatsgrenzen notwendig wurde.
Zur Vorbereitung waren Leitungsentscheidungen zu inhaltlichen, organisatorischen, personellen und finanziellen Fragen zu treffen. Es standen zu Entwicklungsbeginn auch international wenig Erfahrungen insbesondere auf dem Gebiet der Anlagenautomatisierung zur Verfügung.
Ein wesentlicher Faktor bei der Auswahl der Gerätetechnik war die Zielstellung, die künftige Lösung auch für kleinere Betriebseinheiten anwendbar zu machen. Nach einer gründlichen Analyse der bisherigen Arbeitsweise besonders unter den Gesichtspunkten Eingangs-, Ausgangs-, Hilfsdaten, Bearbeitungsschritte und Informationsmengen konnte eine Lösungskonzeption entworfen werden. Sie enthält einen der rechnergestützten Arbeitsweise angepaßten Bearbeitungsablauf, der die Aufteilung der Operationen zwischen dem Konstrukteur und dem Rechner sowie den Bearbeitungsdialog bestimmte und von dem anschließend die Algorithmen für die Programmierung abgeleitet wurden.
Weiterhin waren Probleme der Ankopplung von Anschlußlösungen zu klären (Schnittstellenfestlegungen). Besondere Standards sind dafür gegenwärtig noch nicht benutzbar. Es wurden zumeist pragmatische Festlegungen in Abhängigkeit von inhaltlichen

Prof. Dr. sc. techn. *Werner Bennewitz* und Dipl.-Ing. *Thomas Hoppe* wurden bereits auf S. 256 vorgestellt.

Dr.-Ing. *Rudolf Leipold* (36) studierte von 1971 bis 1975 an der Sektion Informationstechnik der TU Dresden. 1975 bis 1980 wissenschaftlicher Assistent und 1980/81 Aspirant an der Sektion Automatisierungsanlagen der TH Leipzig. Seit 1982 Projektingenieur bzw. seit 1985 Gruppenleiter im Industrie-Hochschul-Komplex der TH Leipzig.

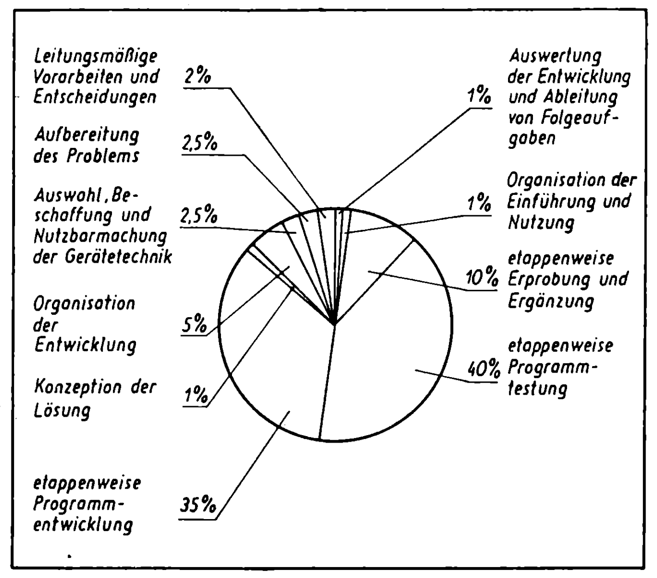


Bild 1. Aufwandsanteile bei der Entwicklung und Einführung des rechnergestützten Arbeitsplatzes

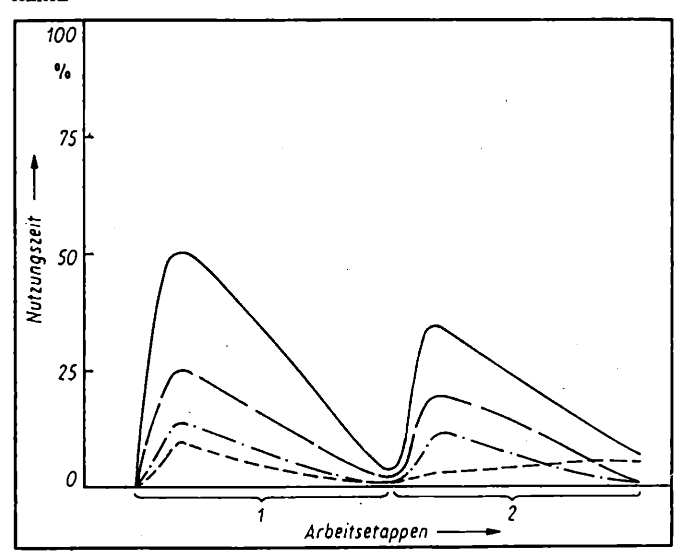
und gerätetechnischen Forderungen getroffen, die sich bei der Nutzung bewähren müssen und im Laufe der Zeit an entstehende Standards anzupassen sind.
Mit Hilfe von geräteabhängiger Basissoftware wurden die von den Algorithmen abgeleiteten Programmteile auf dem Rechner implementiert. Das betrifft sowohl das Editieren, das Assemblieren und das Binden als auch den Test der Teile und des gesamten Programmsystems und später die Steuerung des CAD-Systems bei der Nutzung.
Es zeigte sich, daß die Anwendung von Methoden der Softwaretechnologie, die das Vorgehen systematisieren, besonders spätere Ergänzungen und Änderungen vereinfacht und so den nötigen Aufwand verringert. Die Gestaltung der Datei- und Softwarestrukturen ergab sich neben den inhaltlichen Forderungen wesentlich aus den Hardwaremöglichkeiten (Speicherbereich) und aus den Möglichkeiten der benutzten Programmiersprache.
Ein Hauptspeicher mit einer für das Problem relativ geringen Größe bedeutete zusätzlichen Aufwand bei der Softwareerarbeitung durch

- den Zwang zur Verwendung einer Programmiersprache auf niedrigem Niveau
- zusätzliche Softwarefunktionen für die Handhabung verdichteter Dateien.

Im betrachteten Anwendungsfall bestätigte sich die Tendenz, die Programmierung von Mikrorechnern in Assemblersprache für Anwenderprobleme künftig auch wegen der inzwischen gewachsenen Hardwaremöglichkeiten in der benutzten Rechnerklasse zu vermeiden. Neben der Senkung des Programmierungsaufwandes können dadurch auch gewisse Reserven bei der Programmierung vorgesehen werden, die bei sich ergebenden Änderungen und Ergänzungen sowie späterer Weiterentwicklung infolge von Änderungen in der Problemstellung vorteilhaft sind.

Bild 2. Anteil der Ausfallzeit an der Nutzungszeit während der etappenweisen Erprobung und Einführung

——— Gesamtausfallzeit; — — Ausfallzeit wegen Programmfehlern; — · — Ausfallzeit wegen Bedienfehlern; - - - - - - Ausfallzeit wegen Gerätefehlern



Da sich zu Beginn der Arbeiten zur Einführung der rechnergestützten Arbeitsweise die Aufgabenstellung nur relativ allgemein formulieren ließ, war es notwendig, eine laufende Abstimmung zwischen Entwickler und Anwender zu Einzelheiten der Bearbeitung zu organisieren, wobei deutlich wurde, daß eine personelle Übereinstimmung von Entwickler und Anwender angestrebt werden muß, d. h., es sind bei den potentiellen Anwendern der rechnergestützten Arbeitsweise zunehmend Fähigkeiten zur Programmierung ihrer eigenen Probleme heranzubilden, denn bei der Vielfalt der Anwenderaufgaben reichen die vorhandenen Programmierkapazitäten nicht aus. So wird gesichert, daß besondere Anwendervorstellungen und -wünsche sofort in die Lösung einfließen können und daß durch eine günstige Gestaltung des Nutzerdialogs die Akzeptanz der Lösung erhöht und die Effektivität des rechnergestützten Arbeitsplatzes gesteigert wird.
Die Testung des Programmsystems erfolgte etappenweise. Zunächst wurden einzelne Programmteile getestet, die nachfolgend zusammengefaßt und bis zum vollständigen System ergänzt wurden [5]. Parallel dazu konnte mit der Einführung begonnen werden, die ebenfalls etappenweise organisiert wurde. Dafür war eine konsequente Dokumentation der entstehenden Programme und ihrer Varianten wichtig. Die Anwender wurden in diese Arbeiten mit einbezogen, so daß sie mit der Lösung vertraut wurden und gleichzeitig die praxisnahe Testung realisieren konnten. So wurde es möglich, Spezialisten für solche Arbeiten heranzubilden. Der Aufwand für die Phasen Programmentwicklung und -testung bildete im vorliegenden Fall etwa 75% des Gesamtaufwandes für die Entwicklung (Bild 1). Diese Tatsache ergibt sich aus dem hohen Aufwand für die exakte Wiedergabe aller wesentlichen inhaltlichen Zusammenhänge im Programm als konzentrierte Form der Bearbeiterkenntnisse und aus der Verwendung der Assemblersprache für die Programmierung.
Die Nutzung der Lösung wurde rechtzeitig vorbereitet, so daß die damit verbundenen vielseitigen und oft in personeller, materieller, inhaltlicher und organisatorischer Hinsicht komplizierten Aufgaben gelöst werden konnten. Der Umfang der notwendigen organisatorischen Änderungen im Betriebsablauf wächst mit der Größe des rechnergestützt bearbeiteten Projektierungsabschnitts. Dazu gehören Probleme der Organisation der Nutzungszeit, des Datenschutzes bei Havariefällen, der systematischen Mängelsuche und fester Änderungstechnologie, der Sicherung von Redundanz (Gerätesatz mehrfach vorhanden, vorbeugende Wartung u. a.), der Möglichkeit von Bearbeitungsunterbrechungen und der Bereitstellung einer ausreichenden Bedieneranleitung auch in schriftlicher Form.
Nach Erreichen des stabilen Dauerbetriebes wurden die erkennbaren Ergebnisse analysiert. Es besteht bei den Nutzern prinzipielle Zustimmung zur entwickelten Lösung. Bei der Anfertigung der Unterlagen am Arbeitsplatz gibt es bei der Bedienung keine Probleme. Die Qualität der Unterlagen ist gestiegen. Ihr Inhalt erfüllt die Erfordernisse. Durch die Übernahme der Routinearbeit auf den Rechner ist die Bearbeitungszeit wesentlich kürzer geworden, so daß ein deutlicher Nutzen entsteht. Je Arbeitsplatz können etwa drei Arbeitskräfte eingespart werden.
Die in einer Umfrage unter den Nachnutzern der Lösung ermittelten Probleme beziehen sich im wesentlichen auf inhaltliche Ergänzungen der Lösung durch die Einbeziehung von weiteren Funktionen. Sie bedeuten einen zusätzlichen mit den benutzten technischen Ressourcen zum Teil recht hohen Aufwand. Außerdem ist mit einem extremen Ansteigen der Rechenzeiten zu rechnen. Deshalb wurden Kompromisse gesucht.
Die bei der Erprobung und bei der Einführung ermittelten Fehler lassen sich in Bedien-, Geräte- und Programmfehler einteilen. Dabei wurde festgestellt, daß die Ausfallzeit durch Fehler am Beginn jeder Überleitungsphase einen großen Teil der Nutzungszeit ausmachte, aber dann durch die Senkung der Bedien- und besonders der Programmfehler deutlich zurückging, bis Ausfallzeiten aus Gerätefehlern (in Laufwerken und in Druckern) den größten Teil ausmachten. Bei zunehmendem Ausbau des Programmsystems stieg aufgrund der wachsenden Komplexität, wachsender Nutzungszeit und wegen zunächst unberücksichtigter Nebeneffekte bei Ergänzungen die absolute Zahl Fehler am Ende der Überleitungsphase gegenüber ihrem Beginn (Bild 2). Bei Abschluß der Arbeiten wurde jedoch eine ausreichende Stabilität der Lösung erreicht, d. h., die Fehlerhäufigkeit liegt unter der bei der bisherigen manuellen Arbeitsweise.

(Fortsetzung auf Seite 267)

U. Börner; J. Nebe

Rechnergestützte Anfertigung von Ausrüstungslisten für Automatisierungsanlagen unter Verwendung des Bürocomputers A 5120/30

0. Einleitung

Für die Dokumentation der Instrumentierung einer Automatisierungsanlage werden für jedes Projekt Ausrüstungslisten angefertigt. Alle Ausrüstungslisten für vom VEB GRW Leipzig bearbeitete Projekte werden über EDV erstellt, um den Datenanschluß an Systeme der Auftragsbearbeitung und Materialwirtschaft zu sichern. Der EDV-Eingabe gehen umfangreiche, manuelle Arbeiten voraus, die einen großen Zeitaufwand bedingen und eine wesentliche Fehlerquelle darstellen.
Vom Industrie-Hochschul-Komplex der Technischen Hochschule Leipzig wurde gemeinsam mit der Projektierungsabteilung des VEB GRW Leipzig ein Musterarbeitsplatz zur rechnergestützten Bausteinauswahl unter Verwendung des Bürocomputers A 5120/30 entwickelt, der z. Z. die Auswahl von Temperatur- und Druckmeßgeräten sowie eines reduzierten Bauteilsortiments zur Informationsverarbeitung im Rechnerdialog gestattet und Fehlermöglichkeiten ausschließt.

1. Ausrüstungslisten im Projektierungsprozeß

Bei der Instrumentierung einer Automatisierungsanlage greift der Projektingenieur, nachdem er sich anhand der MSR-Stellenliste, des technologischen Schemas, der verbalen Beschreibungen usw. Klarheit über die Automatisierungsaufgabe geschaffen hat, auf ein umfangreiches Bauteilsortiment zurück. Dieses Bauteilsortiment ist in dem Datenstrukturspeicher ESBAST, dem sogenannten Stammband, auf einem ESER-Rechner 1040 im VEB GRW Teltow gespeichert sowie im „Katalog Automation Bauteile" (KAB) enthalten.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			Auftr.-Nr. S-9.St+PZ	NN	VZ	Bezugs-MSR	Folge MSR	Folge MSR	Folge MSR	Folge MSR	Folge MSR	Folge MSR	S.9.St.+PZ Ausg./Auftr.	Folge MSR	Folge MSR	AN

1 9 0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		Positions-Nr. MSR	ZNR	11 Steller BTGN	Auswahl-Nr.		T	VZ	S	Menge	zu Position MSR	ZNR	SNR	MV	Ort	Pr.	DM	O D A	JK	

2 0 0

3 0 0 0

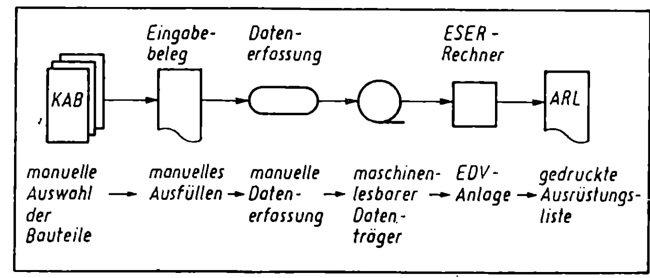
Bild 1. ESER-Eingabebeleg (Vgl. [5])

Der KAB ist für die Projektierung von MSR-Anlagen für Investitionsvorhaben, lt. Gesetzblatt Teil I, Nr. 32/75, verbindlich. In der Instrumentierungsphase ist er gegenwärtig das Hauptarbeitsmittel des Projektanten. Für jedes Bauteil der Automatisierungsanlage muß, um es für die Bestellung exakt festzulegen, eine Bauteilnummer aus diesem Katalog herausgesucht werden. Diese Nummer setzt sich aus einer Bauteilgruppennummer und einer Auswahlnummer zusammen. Bei verschiedenen Bauteilen ist, zur genauen Bestimmung, bei der Bestellung ein Zusatztext anzugeben (z. B. Meßbereichseinstellung bei Meßumformern).
Sonderbauteile werden im Projektierungsprozeß nicht anders behandelt als katalogisierte Bauteile. Doch gibt es für sie vom speziellen Einsatzfall abhängige Bedingungen, die zusätzliche Prüfungen und Genehmigungen erfordern.
Jedem ausgewählten Bauteil wird eine Positionsnummer, bestehend aus MSR-Stellennummer und Zählnummer, die die Einbauposition innerhalb der Automatisierungsanlage festlegt, zugeordnet.
Alle diese Nummern, eventuell Zusatztexte sowie eine Vielzahl anderer Informationen, z. B. Einbauort, Menge, Preisinformationen usw., werden durch den Projektanten in spezielle EDV-Eingabebelege eingetragen (Bild 1). Diese Eingabebelege werden von Bearbeiterinnen an Datenerfassungsgeräten abgeschrieben und so ein Datenträger (Lochband oder Magnetbandkassette) beschrieben, der in ein Datenverarbeitungszentrum transportiert und dort im Stapelbetrieb auf einer ESER-EDV-Anlage verarbeitet wird. Als Ergebnis der Verarbeitung entstehen eine Ausrüstungsliste zur Dokumentation des Projektes sowie Unterlagen zur Materialbestellung und Kalkulation.
Die Datenerfassungsgeräte erlauben nur in sehr geringem Umfange eine Sinnfälligkeitstestung der eingegebenen Daten. Es ist daher leicht zu erkennen, daß bei dieser Verfahrensweise (Bild 2), d. h. bei dem mehrmaligen manuellen Abschreiben aller Nummern, eine große Fehleranzahl, allein durch Zahlenverdrehung, sehr wahrscheinlich ist. Das hat zur Folge, daß entweder ein falsches Bauteil auf die Baustelle kommt oder überhaupt kein Bauteil für eine eingegebene Nummer existiert. Der zweite Fall zieht eine Fehlermeldung durch die EDV-Anlage nach sich und der Projektant muß einen Korrektureingabebeleg ausfüllen.
Der Projektingenieur wird durch diese Art der rechnergestützten Erarbeitung der Ausrüstungsliste noch zusätzlich belastet, da er nach wie vor alle Bauteile manuell aus dem Katalog heraussuchen und dazu noch die EDV-Eingabebelege ausfüllen muß. Wesentliche Rationalisierungseffekte sind jedoch bei den nachfolgenden Prozessen der Materialwirtschaft und Fertigungsplanung durch diese Arbeitsweise möglich.
Um den Rationalisierungseffekt auf den Arbeitsplatz des Projektanten auszudehnen, d. h., ihm das langwierige Suchen in umfangreichen Katalogen abzunehmen sowie die genannten Fehlermöglichkeiten auszuschließen, ist eine Erweiterung der rechnergestützten Arbeit mit einer Schnittstelle zum ESER-Rechner notwendig.

2. Merkmalorientierte Speicherung im KAB

Der Katalog „Automation Bauteile" verfügt durch den speziellen Aufbau der Bauteilnummer über einen Identbegriff (eindeutige Bezeichnung), der es gestattet:
- jedes Bauteil eindeutig zu bezeichnen
- qualitative und quantitative Eigenschaften eines Bauteils aus der Bauteilnummer herzuleiten
- einem Bauteil mit speziellen qualitativen und quantitativen Eigenschaften die Bauteilnummer eindeutig zuzuordnen
- als Ordnungsstruktur bei der Speicherung eine Baumstruktur zu realisieren
- Entscheidungsbäume abzuleiten, die es ermöglichen,
  vorgegebene Bauteilnummern auf Zulässigkeit (d. h. Existenz des zugeordneten Bauteils) zu prüfen
  für vorgegebene Eigenschaften ein Bauteil zu spezifizieren (d. h. eine gültige Bauteilnummer auszuwählen).

Bild 2. Datenumwandlung



Dipl.-Ing. *Uwe Börner* (29) studierte von 1980 bis 1984 an der Sektion Automatisierungsanlagen der TH Leipzig. Seit 1984 Entwicklungsingenieur im Industrie-Hochschul-Komplex Anlagenautomatisierung der TH Leipzig.

Dr.-Ing. *Joachim Nebe* (46) studierte von 1959 bis 1965 am Institut für Regelungstechnik der TH Ilmenau. 1972 Promotion A an der gleichen Hochschule auf dem Gebiet der „Technischen Informationsverarbeitung". Seit 1984 Projektant im Industrie-Hochschul-Komplex Anlagenautomatisierung.

Tafel 1. Beispiel für Menüfolge bei der Bauteilauswahl im Dialog

	Geräte zur
(1)	Informationsgewinnung
(2)	Informationsverarbeitung
——→ Nr.: 1	
	Physikalische Größe
(1)	Temperatur
(2)	Druck
(3)	Durchfluß
(4)	Füllstand
——→ Nr.: 1	
	Temperatur
(1)	Ausdehnungsthermometer
(2)	Thermoelemente
(3)	Widerstandsthermometer
(4)	Zubehör
——→ Nr.: 3	

1 Widerstandsthermometer Typ 361
hat kein zusätzliches Schutzrohr und kein Befestigungsmittel;
vorzugsweise für Meßstellen bis zu einem Druck von 0.1 MPa in Chemieanlagen
2 Widerstandsthermometer Typ 365
Messung in Rohrleitungen und Behältern für Flüssigkeiten; Gase und körnige Medien; Einsatz in ex-gefährdeten Räumen möglich; Befestigungsmittel : Überwurfmutter M 27 × 2
3 Widerstandsthermometer Typ 353 (Eigenschaften wie Typ 365)
Befestigungsmittel : Einschraubstutzen M 27 × 2
4 Mantel — Widerstandsthermometer
Einsatz, wo extreme Einbautiefen und kurze Ansprechzeiten sowie geringe Durchmesser benötigt werden
——→ Nr. : 2

Widerstandsthermometer Typ 365
Meßbereich −200 bis 550 °C

	Ausführung
(1)	Sch
(2)	ex

Alle beinhalten Einsatzgruppen G II
——→ Nr.: 2

	Meßwiderstand
(1)	Einfach
(2)	Doppelt
——→ Nr.: 2	

Einbaulänge in mm	
(1)	155
(2)	245
(3)	335
(4)	395
(5)	465
(6)	635
(7)	835
(8)	1085
(9)	1435
(10)	1835
——→ Nr.: 3	

Position-Nr.:	7
Position (MSR-ST., Z.-Nr.)	2109,1

3. Implementierung auf EDV-Anlagen

Zur Unterstützung des Projektierungsprozesses sind EDV-Anlagen aller Größenordnungen verwendbar. Ihr sinnvoller Einsatz ist im Zusammenhang mit der Größe des Projektantenkollektives abzustimmen, um die Anlage ökonomisch auszulasten. Während ESER-Anlagen ab Kollektivgrößen von 50 Mitarbeitern sinnvoll sind, können SKR-Anlagen mit 20 bis 70 Mitarbeitern ausgelastet werden. Für kleinere Bearbeitungsgruppen ist eine rechentechnische Unterstützung durch Arbeitsplatzcomputer möglich. Die Datenübernahme erfolgt off line vom zentral gepflegten Datenbestand [2].
Die gegenwärtige Lösung für den Einsatz von Arbeitsplatzcomputern sieht zwei getrennte Sitzungen für die Bauteilauswahl im Dialog und die Erstellung des Datenträgers für die EDV-Eingabe im Dialog vor. Diese Trennung erwies sich als günstig, da beide Phasen unter verschiedenen Gesichtspunkten (Bauteilauswahl — technische Bauteildaten, Datenträgererstellung — topologische und ökonomische Daten) durchgeführt werden und unterschiedliche Denkvorgänge erfordern.
Das Ziel der Bauteilauswahl ist das Zusammenstellen der Bauteilnummer laut KAB einschließlich eventueller Zusatztexte und die Zuordnung der zum jeweiligen Bauteil gehörenden MSR-

Tafel 2. Liste aller gespeicherten Positionen mit Bauteilnummern

Auftrags.-Nr. 12345

Position		BTGN/Auswahl-Nr.
1	0010 001	0095/3 0 2 2
2	0333 333	0095/1 1 2 3
3	1000 001	0043/1 2 2 1 1
4	1000 002	3066/1 1 1 3 1 2 3 Z
5	1000 500	3213/2
6	1111 111	0411/2 4 2 0 3 0 Z
7	2000 001	0095/3 1 1 1
8	2000 002	0188/2
9	2000 003	0188/2
10	2000 004	3066/4 0 1 3 5 2 2 Z
11	2222 222	0095/1 1 2 3
12	3000 001	0095/3 1 1 1
13	3000 002	0188/2
14	3000 003	0188/2
15	3000 004	1862/1 3 1 2 2 1 0 0 1 0 2 2 Z
16	4000 001	0043/2 1 2 1 1 2
17	4000 002	0186/1 2
18	4000 003	3066/3 0 0 3 1 2 2 Z
19	5000 001	0042/2 1 2 1 1 2
20	6000 001	0310/1 2 2 0 1 4 0 3 2 0 0 0 0 0 Z
21	7000 001	0411/1 4 3 0 5 0 Z
22	8000 001	0411/1 4 3 0 5 0 Z

Tafel 3. Ausgabe der Bauteildaten auf das Dialoggerät

BTN: 0096/2 1 2 2
Widerstandsthermometer Typ 365 EX, D, Einbaulänge 335 MM
Position: 2109 001

Tafel 4. Konzept-Ausrüstungsliste vom Bürocomputer

Auftrags-Nr.: 12345

BTN: 0095/3 0 2 2
Widerstandsthermometer Typ 353, EX, E, ST 35-5, Einbaulänge 250 mm
Position: 0010 001

BTN: 0095/1 1 2 3
Widerstandsthermometer Typ 353, SCH, D, ST 35-5, Einbaulänge 400 mm
Position: 0333 333

BTN: 0043/2 1 2 2 1 1
Thermoelement Körperschlußfrei Typ 253.2
SCH, NICR-NIAL, D, ST 35-5, Einbaulänge 160 mm
Position: 1000 001

BTN: 0095/3 1 1 1
Widerstandsthermometer Typ 353, EX, D, X8 CRNITI 18.10,
Einbaulänge 160 mm
Position: 2000 001

BTN: 0095/1 1 2 3
Widerstandsthermometer Typ 353, SCH, D, ST 35-5, Einbaulänge 400 mm
Position: 2222 222

BTN: 0095/3 1 1 1
Widerstandsthermometer Typ 353, EX, D, X 8 CRNITI 18.10,
Einbaulänge 160 mm
Position: 3000 001

BTN: 0043/2 1 2 1 1 2
Thermoelement Körperschlußfrei Typ 253.2
SCH, NICR-NIAL, E, ST 35-5, Einbaulänge 250 mm
Position: 4000 001

Stellennummer. Grundlage der Auswahl ist die MSR-Stellenliste.

4. EDV-Programme zur Unterstützung des Projektierungsprozesses

Das Programm zur Bauteilauswahl sieht vor, daß vom Rechner auf der Grundlage eines Entscheidungsbaumes ein Menü angeboten und in Abhängigkeit von der Eingabe das nächste Menü abgearbeitet wird, bis ein Endpunkt des Baumes erreicht ist und die Bauteilnummer vom Rechner intern zusammengestellt werden kann. Tafel 1 zeigt ein Beispiel für eine Menüfolge. Die Bauteilnummer wird während der Zusammenstellung getestet und schließt unmögliche Zahlenkombinationen, d. h. Zahlenkombinationen, zu denen kein Bauteil existiert, aus. Als letztes wird dem ausgewählten Bauteil durch Eingabe eine Positionsnummer zugeordnet (Tafel 2). Nach der Eingabe der Positions-

Tafel 5. **Klemmenbelegung der Bauteile einer MSR-Stelle**

```
Auftrag-Nr.: 12345              MSR-Stelle: 4000
4000          001
4000          002
4000          003
Auftrag-Nr.: 12345
--+---+--
  +   -                          001 Thermoelement Typ 353
----++++-++++-++++-++++-++++-++++-----
    +-+-  +-+-  +-+-  +-+-  +-+-  +-+-
    VTSI  VTS2  VTS3  VTS4  VTS5  VTS6
----+-+-+-----------------+-+--+-+-----
    1  2  S                     4  5
    Netz                  Prüf-Wdst. 002 Thermostat VTS
-----+--+--+--------------+--+--+-----
     1  2  3              13 14 15
-----+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+-----
     21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35          003 BMK
```

Tafel 6. Eingabedialog für TEVO-Eingabedatei

Auftrags-Nummer: 12345
Prüfziffer: 7
Nachtrags-Nummer:
Angebot/Eingabe: A
Position: 01000 002 (J/N): J

Zusatztext-Kennzeichen:

0 ohne Text
X Hinweistext f. innerbetriebliche Belange
Y 1. Textwort: Zusatztext 2. Textwort: Hinweistext
Z Zusatztext f. Bestellung
——→ Nr.: Z

Verarbeitungskennziffer:

1 kommt hinzu, Ursprung
2 Korrektur von Position mit VZ = 0
3 Löschen von Positionen mit VZ = 0
4 Löschen im Nachtrag gegenüber Ursprungs-Auftrag
5 Ersatz der Position mit VZ = 3
6 Löschen der Position mit VZ = 0, Position im Ursprungs-Auftrag bleibt erhalten
——→ Nr.: 1

Menge: 1

Montagevariante:

1 Einbau in ZER m. Transport
2 Einbau in ZER auf der Baustelle
3 Einbau vor Ort
——→ Nr.: 1

Einbauort:

1	ohne Angabe	13	Fronttafeltür
2	Schrankzelle	14	Starkstromübergabezelle
3	Informationszelle	15	Projektionszelle
4	Wartenzelle	16	Schrank AF
5	Leuchtbildzelle	17	Starkstromzelle
6	Leuchtbildtafel	18	Trennzelle eigensicher
7	Aufbaugehäuse C	19	Prozeßrechnerübergabezelle
8	Hängeschrank	20	vor Ort
9	Tisch B	21	Schrank örtl. Einricht.
10	Stehpult	22	Wandschrank
11	Freiluftschrank	23	Sitzpulteinheit
12	Rangierverteilerzelle	24	Gestell NT 400

——→ Nr.: 1

Kennzeichen Entsperrung: 0

Preisinformation:

1 kein Merkmal
2 Ersatz- und Verschleißteil
3 systemgebundenes Bauteil
4 Kundenpos. mit Mololei
5 Kundenpos. ohne Mololei
6 Kundenpos. mit Demontage u. Montage
7 Ersatz- und Verschleißteillieferung
8 Ersatz- und Verschleißteilinformation
——→ Nr.: 1
1 kein Merkmal
2 nichtkatalogisiertes Kundenbauteil
3 Sonderbauteil ohne Fehler beim ESBAST-Vergleich
——→ Nr.: 1

Kennzeichen Demontage:

1 Montage
2 Demontage ohne Wiederverwendung
3 Demontage mit Wiederverwendung u. Übergabe an den Kunden
4 Demontage und Einbau im gleichen Auftrag
5 Demontage bei Aufrechterhaltung der Funktion der Anlage
——→ Nr.: 1

Bedarfsanmeldung:

1 ohne
2 mit
——→ Nr.: 1

Kennzeichnung der innerbetrieblichen Kooperation:
Weiter/Ende: W

nummer werden über das Dialoggerät die ausgewählte Bauteilnummer, die zu dieser Nummer gehörenden technischen Bauteildaten und die zugeordnete Positionsnummer zur Kontrolle ausgegeben (Tafel 3).

Die Möglichkeit der Korrektur einer Eingabe oder eines Bauteils ist auf allen Ebenen des Entscheidungsbaumes gegeben. Die ausgewählten Bauteildaten können intern, im Hauptspeicher, und extern, auf Folienspeicher, abgelegt werden. Für den Projektanten besteht die Möglichkeit, sich vom Rechner als Arbeitsunterlage auf Bildschirm oder Drucker folgendes ausgeben zu lassen:

1. Liste aller gespeicherten Positionen
2. Liste aller gespeicherten Positionen mit den dazugehörigen Bauteilnummern (Tafel 2)
3. Liste aller gespeicherten Positionen mit den dazugehörigen Bauteilnummern und den technischen Daten des jeweils ausgewählten Bauteils
   Diese Ausgabe ist der fertigen Ausrüstungsliste ähnlich (Tafel 4).
4. Liste der Klemmenbelegung der ausgewählten Bauteile einer MSR-Stellennummer — ähnlich der Balkendarstellung im Funktionsschaltplan (Tafel 5).

In der zweiten Sitzung wird zur Erstellung des Datenträgers für die EDV-Eingabe auf die in der ersten Sitzung gespeicherten Bauteildaten (Bauteilnummer, Zusatztexte, Position) zugegriffen. Dazu werden vom Rechner nacheinander die gespeicherten Positionen angeboten, so daß die jeweils fehlenden Angaben (Zusatztextkennzeichen, Verarbeitungskennziffer, Montagevariante, Einbauort, Preisinformation, Kennzeichen Demontage, Bedarfsmeldung ...) im Dialog ergänzt werden können (Tafel 6). Standorteingabewerte sind jeweils voreingestellt und können bestätigt oder geändert werden. Der Eingabedialog kann jederzeit abgebrochen werden. In diesem Fall werden für die noch nicht behandelten Eingaben die Standortwerte eingesetzt. Die Eingabewerte werden vom Rechner auf Sinnfälligkeit getestet, und wenn notwendig, reklamiert.

Die Eingabe von nicht gespeicherten Bauteilen, d. h. von Positionen, die nicht in der ersten Sitzung rechnergestützt bearbeitet wurden, sondern von Hand aus dem KAB herausgesucht wurden, ist durch das gleiche Programm ohne weiteres möglich. Die auf diese Weise erzeugte Eingabedatei für den ESER-Rechner wird auf 5,25″-Diskette bereitgestellt.

Literatur

[1] *Bennewitz, W.; Schmiele, J.:* Einige Gedanken zur Einführung von CAE-Arbeitsplätzen in der Anlagenautomatisierung. msr, Berlin 26 (1983) 12, S. 690–693.
[2] *Nebe, J.; Börner, U.:* Rechnergestützte Katalogprojektierung. Wissenschaftliche Berichte der TH Leipzig (1980) 3, S. 102–104.
[3] Katalog Automation Bauteile. Herausgeber: VEB GRW Teltow.
[4] Katalog Automation Projektierungsvorschriften. Herausgeber: VEB GRW Teltow.
[5] *Müller, R.:* Projektierung von Automatisierungsanlagen. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.

msr 8637

C. Dörl; N. Trautwein

Mikrorechnergestützte Fixierung einer Stelleinrichtung

0. Einleitung

Stelleinrichtungen, bestehend aus Stellventil und passendem Stellantrieb, sind Grundbauelemente bei der Automatisierung verfahrenstechnischer Prozesse. Mit ihrer Hilfe erfolgt entsprechend der regelungstechnischen Problemstellung die Beeinflussung von Stoffströmen, d. h., es werden Regelungsvorgänge erst ermöglicht. Daher wird auf die Auswahl und Auslegung der geeigneten (optimalen) Stelleinrichtung große Aufmerksamkeit gelegt. Um dem steigenden Bedarf an Stelleinrichtungen sowie dem damit verbundenen erhöhten Projektierungsaufwand gerecht zu werden und gleichzeitig wirtschaftlich zu bleiben, ist es notwendig, spezielle CAD-Systeme einzuführen. Bei der Fixierung (projekt- und bestellgerechte Präzisierung der Auswahl) einer Stelleinrichtung müssen folgende Problemkreise Berücksichtigung finden:

- Beständigkeit des Ventilmaterials gegenüber dem Medium
- Temperatur und Druck des Mediums
- Umgebungsbedingungen am Einbauort
- strömungs- und regelungstechnische Aspekte
- Verhalten der Stelleinrichtung im Havariefall
- finanzielle und Beschaffungsprobleme.

```
 1                                                                        80
 1
 5                        *** KOMMANDOUEBERSICHT ***
 6
 7 A - PROJEKTDATEN                          S - SPEZIFIKATIONSBLATT DRUCKEN
 8 B - MEDIUM- UND ROHRLEITUNGSANGABEN       Q - ZURUECK ZUM BETRIEBSSYSTEM
 9 C - KV-WERT-BERECHNUNG                    P - PROJEKTIERUNGSVORSCHRIFTEN
10 D - VENTILAUSWAHL VERZEICHNISAUSWAHL      ! - DUPLIZIEREN VON POSITIONEN
11                BAUART, BAUFORM, SITZ      X - VENTILEDITOR
12                LECKMENGE, FLANSCHFORM     U - VENTILE AUSDRUCKEN
13 E - VENTILAUSWAHL, KVS-WERT, KENNLINIE    Y - ANTRIEBSEDITOR
14                NENNWEITE, NENNDRUCK       V - ANTRIEBE AUSDRUCKEN
15 F - ANTRIEBSAUSWAHLVORBEREITUNG           % - PROJEKTARBEIT BEGINNEN
16 G - KLIMACT                               # - PROJEKT AUF DISK SCHREIBEN
17 H - MODACT VARIANT                        ¤ - PROJEKT AUF DISK LOESCHEN
18 I - PN. MEMBRANSTELLANTRIEB               * - PROJEKTVERZEICHNIS
19 J - HYD. KOLBENSTELLANTRIEB               & - BMSR - POSITION LOESCHEN
20 K - HEBELAUFSATZ                          + - BMSR - VERZEICHNIS
21
22 ET2 - Kommandoeingabe   *   Cursorpositionierung   *   Uebernahmemodus - ET1
23                             durch Zifferneingabe
24 KOMMANDO:
```

Bild 1. Kommandoübersicht

Diese Komplexität erschwert erheblich den Auswahlprozeß einer Stelleinrichtung. Mit dem bei den Autoren vorliegenden CAD-System wird der Versuch unternommen, dieser automatisierungstechnischen Aufgabenstellung gerecht zu werden. Positive Erfahrungen der Anwender rechtfertigen diesen Versuch.
Das CAD-System wurde nach dem „Prototyping"-Verfahren entwickelt, d. h., jeder Nutzer erhält ständig „aktuelle" Versionen des Systems und kann seine Nutzungserfahrungen über den Entwickler einbringen. Nur die Assemblerprogrammierung unter dem Betriebssystem SCP/X gestattete die Lösung dieser anspruchsvollen Aufgabenstellung.

1. Koordinierungsaufgaben des Softwareentwicklers

Nationale und internationale Erfahrungen zeigen, daß mit der Einführung von CAD-Systemen inner- und zwischenbetriebliche Beziehungen im Reproduktionsprozeß unter den spezifischen Gegebenheiten neu überdacht und daraus resultierend auch neu organisiert werden müssen [1]. Das bedingt im Interesse der zu lösenden Aufgabe die Mitarbeit aller beteiligten Partner. Die Bereitschaft dazu entscheidet maßgeblich über die Effizienz des einzuführenden CAD-Systems. Im vorliegenden Fall wurden die Aufgabenbereiche zwischen den Partnern

— Chemieanlagenbau	als Verfahrensträger
— Automatisierungsanlagenbau	als Automatisierungstechniker
— Stelleinrichtungsproduzent	als Lieferant
— Softwareproduzent	als Implementierer

vertraglich fixiert.
Bisher gab es bei der manuellen Projektierung einer Stelleinrichtung zwischen den ersten drei Partnern oft Diskrepanzen, die meist empirisch beglichen wurden. Diese Situation konnte mit der Einführung des CAD-Systems im positiven Sinn verändert werden.
Der Zwang zur exakten Formulierung des fachlichen Problems als Gurndlage und Voraussetzung der datentechnischen Verarbeitung führte u. a. zur Überarbeitung von Projektierungsvorschriften, der Konkretisierung von Auswahlkriterien für Stelleinrichtungen sowie zur Bereinigung der Produktionssortimente.
Diese Aufgaben wurden gemeinsam gelöst. Dabei kam dem „Softwareproduzenten" zwangsweise die Rolle des Mittlers zu, der er sich im Sinne der Sache stellte.

2. Prinzipieller Aufbau des Programms

2.1. *Arbeitsmenüs*

Technologische Daten, z. B. Rohrleitungsangaben, Betriebs- und Ventilauslegungsdaten, sind die Grundlage für die Auswahl einer Stelleinrichtung. Ihrer Eingabe und Berechnung dienen Arbeitsmenüs, die im Bild 1 aufgelistet sind (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, S). Jeder Bearbeitungsschritt setzt einen bestimmten Vorrat an bereits erarbeiteten Daten voraus. Die Arbeitsmenüs sind deshalb alphabetisch geordnet.
Sind die Voraussetzungen für den gewünschten Bearbeitungsschritt nicht gegeben, führt das Programm in das entsprechende Vormenü zurück bzw. gibt eine Empfehlung für eine sinnvolle Weiterarbeit.

2.2. *Servicemenüs*

Die Servicemenüs (X, Y; Bild 1) sind vor unbefugtem Zugriff geschützte Programmteile. Mit ihrer Hilfe wird eine umfangreiche Sortimentspflege ermöglicht.
Nach Blindeingabe eines Paßwortes (Fehleingabe bewirkt Rückkehr in das Betriebssystem) kann durch den kompetenten Nutzer die Aktualisierung der Ventil- bzw. Antriebssortimente (Ergänzen, Ändern, Löschen) erfolgen. Kompetent und damit privilegiert ist für das Programm nur der Stelleinrichtungsproduzent. Der

Dipl.-Ing. *Carola Dörl* (27) studierte von 1978 bis 1982 Technische Kybernetik und Automatisierungstechnik an der TH Leipzig. Anschließend bis 1985 Technologe im VEB RFT Nachrichtenelektronik „Albert Norden". Seit 1985 im VEB Chemieanlagenbaukombinat Leipzig-Grimma mit Delegierung in den Industrie-Hochschul-Komplex der TH Leipzig.

Dr.-Ing. *Norbert Trautwein* (34) studierte von 1970 bis 1974 Automatisierungstechnik an der TH Karl-Marx-Stadt. Von 1974 bis 1977 Projektant im VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow. Von 1977 bis 1980 planmäßige Aspirantur mit Promotion A an der TH Leipzig. Seither im VEB Geräte- und Regler-Werk Leipzig mit Delegierung als Gruppenleiter in den Industrie-Hochschul-Komplex der TH Leipzig.

aufwendige Änderungsdienst des Katalogs Automation Bauteile entfällt dadurch und wird durch das regelmäßige Kopieren der aktuellen Programmdiskette abgelöst.

2.3. *Servicekommandos*

Servicekommandos (!, U, V, %, ≠, ⌑, *, &, +, ?; Bild 1) sind zu jedem Zeitpunkt der Projektbearbeitung anwählbar. Sie gestatten, die auf Diskette gespeicherten Projekte zu lesen und zu manipulieren sowie das Ventil- und Antriebssortiment auszudrucken. Nach Ausführung der gewünschten Leistung kann die Arbeit im unterbrochenen Arbeitsmenü fortgesetzt werden. Mit dem Kommando „?" werden alle zulässigen Kommandos mit Kurzerklärung aufgelistet (Bild 1 erscheint auf dem Bildschirm), ohne Bearbeitungsstandsinformationen zu verfälschen.

2.4. *Interne Arbeitsweise bei der Dialogeingabe*

Bei der Dialogeingabe wird programmintern mit zwei Puffern (Informations- und Datenpuffer) gearbeitet.
Ein Menü hat eine bestimmte Anzahl von Eingabepositionen. Die erste ist immer die MSR-Position. Sie wird gesondert verwaltet und ist das Bindeglied über alle Arbeitsmenüs. Alle folgenden Positionen werden nacheinander abgearbeitet. Jede Eingabe ist mit ET1 abzuschließen. Dabei kann auch angebotene Information nur bestätigt werden. Ist dies geschehen, wird die Eingabeinformation in den Informationspuffer übernommen.
Wurde das gesamte Menü abgearbeitet, d. h. die letzte Position erreicht und die eingegebene Information mit ET1 abgeschlossen, erfolgt die Übernahme sämtlicher zur jeweiligen MSR-Position und zum jeweiligen Menü gehörender Informationen in den Datenpuffer und damit in die Datenbestände. Diese Informationen sind dann nach Eingabe der dazugehörigen MSR-Position immer wieder abrufund änderbar.
Wird eine Eingabeinformation dagegen mit ET2 abgeschlossen, werden alle laufenden Aktivitäten abgebrochen und auf die Eingabe eines neuen Kommandos gewartet. Es erfolgt keine Übernahme der Informationen in den Datenpuffer. Die soeben geänderten Informationen gehen verloren, jedoch hat dies auf bereits vorhandene (alte) Datenbestände der entsprechenden MSR-Position keinen Einfluß.
Sind die Informationen in den Datenpuffer übernommen, so ist auch die Änderung einzelner Positionen durch die Eingabe der entsprechenden Positionsnummer möglich. Änderungen werden bei Abschluß mit ET1 sofort in den Datenpuffer übernommen.

Beispiel zur Wirkung von ET1, ET2, Positionsnummern:
Arbeit im Menü E → Ändern Nennweite (Position 4) von 25 auf 40 mm im Menü B

ET2	Abbruch der Bearbeitung im Menü E, Sprung in die Kommandoeingabe
B→ET1	Rückkehr in das Menü B (Eingabe MSR-Position ET1 → Anbieten der Daten)
ET2	Sprung zur Kommandoeingabe
4	Kursorpositionierung auf Position 4 (Änderung NW = 25 auf NW = 40)
ET1	Korrektur im Menü B ausgeführt → Daten im Menü C, D und E sind gelöscht.

Jede Eingabe wird auf Sinnfälligkeit überprüft. Neben syntaktischen Tests werden auch Größenordnungen bei Zahlenangaben und Übereinstimmung mit gültigen Projektierungsvorschriften und TGL überwacht. Bei Widersprüchen gibt eine Informa-

```
 1  OBJEKTBEZEICHNUNG: Kondensatabscheider  AUFTRAGSNUMMER: 0815
 2
 3  BETRIEB: VEB CLG     BEARBEITER: Meier              DATUM: 1.11.86
 4
 :
24
```

Bild 2. Projektdaten

```
    1                                                                  80
 1
 :
 5  1: BMSR-POSITION: TIC 12345
 6
 7                        *** M E D I U M A N G A B E N ***
 8
 9  2: MEDIUM : Filtrat
10  3: MEDIUMKLASSE : 1
11
12              ***  R O H R L E I T U N G S A N G A B E N  ***
13
14  4: NENNWEITE(MM): 100                 5: NENNDRUCK(MPA): 4
15  6: FLANSCHFORM: 5                     7: WERKSTOFF :
16
17  1- GLATT                              3-LINSENDICHTUNG
18  2- NUT                                4-EINSCHWEISZSTUTZEN
19
20
21
22
23
24  KOMMANDO: B                                            UNZULAESSIG
```

Bild 3. Eingabemenü Medium- und Rohrleitungsangaben

Bild 4. k_V-Wert-Berechnung ▼

```
    1                                                                  80
 1
 :
 5  1: BMSR-POSITION:TIC 12345     2: VISKOSITAET(10`-6 M` 2/S):
 6
 7              * * *  K V - W E R T   B E R E C H N U N G  * * *
 8
 9        *    3:    *   4:    *    5:    *   6:    *   7:    **KV-WERT *
10        * MENGE   *  VOR    *  DRUCK   *SAETT/GU *  DICH   **         *
11        * FLUSZ   * DRUCK   * ABFALL   * DRUCK   *  TE     **         *
12        *M`3(KG)/H*  MPA    *   MPA    *  MPA    *KG/M`3   **  M`3/H  *
13        *  80,01  *  1,5    *   0,2    *         *  850    **  52,15  *
14        * 120     *  1,5    *   0,16   *         *  850    **  87,47  *
15        *         *         *          *         *         **         *
16        *         *         *          *         *         **         *
17        *         *         *          *         *         **         *
18        *         *         *          *         *         **         *
19        *         *         *          *         *         **         *
20        *         *         *          *         *         **         *
21        *         *         *          *         *         **         *
22
23
24  KOMMANDO: D
```

```
 1
 :
 5  1: BMSR - POSITION: TIC 12345          2: AUSWAHL:
 6
 7  *** V E N T I L A U S W A H L :   KVS-WERT  KENNLINIE   DN    PN    ***
 8
 9  NR.   KVS-WERT    K-LINIE    N-WERTE  N-DRUCK  HUB-KV-MIN   HUB-KV-MAX
10        KG(M^3)                MM       MPA
11  *     125         LINEAR     100      4        zuletzt gewaehltes Ventil
12  0     125         GL.-PR.    100      4          74 %          89 %
13  1     125         LINEAR     100      4          39 %          68 %
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24  KOMMANDO :
```

Bild 5. Auswahl nach Hubbedingungen

tionsausschrift Auskunft, und es wird ein neues Kommando erwartet bzw. das Programm leitet dieses selbständig ein. Während der Dateneingabe sind alle Kursorsteuertasten aktiv.

2.5. *MSR-Position*

Das bindende Element zwischen allen Arbeitsmenüs ist die MSR-Position. In jedem Menü wird die zuletzt behandelte MSR-Position angeboten und muß mit ET1 bestätigt werden, wenn diese bearbeitet werden soll. Es ist aber auch zulässig, eine andere Position zu bearbeiten. Wird diese eingegeben, erfolgt ein Sinnfälligkeitstest, der positiv mit dem Anbieten vorhandener Informationen bzw. negativ mit einer Fehlerausschrift und der Rückkehr in die Kommandoeingabe endet.

3. Aufteilung des Bildschirms

3.1. *Projektdaten*

Jedes zu bearbeitende Projekt ist durch seine Projektdaten spezifiziert. Die obersten vier Zeilen des Bildschirms sind für diese Angaben reserviert und werden bei Projektwechsel (Servicekommando %) durch das Programm aktualisiert (Bild 2).

3.2. *Dialogeingabebereich*

Die Bildschirmeingabezeile fünf ist in allen Arbeitsmenüs für die MSR-Position reserviert. Die Zeilen sechs bis dreiundzwanzig enthalten im oberen Teil die durchnumerierten und auch separat anwählbaren Eingabepositionen. Der untere Teil dieses Bereichs dient als Angebotsfenster (Bild 3).

3.3. *Angebotsfenster*

Zu jeder Eingabeposition werden, wenn dies der Unterstützung der Dialogarbeit dienlich und formalisiert möglich ist, Angebote unterbreitet, aus denen der Programmnutzer auswählen kann und muß (Bild 3). Sind keine Angebote möglich, so werden zumindest die Übereinstimmung der Eingaben mit den gültigen Projektierungsvorschriften und TGL überprüft und Programmreaktionen im Dialogfenster initialisiert.

3.4. *Dialogfenster*

Die vierundzwanzigste Zeile wird als Dialogfenster genutzt. Bei nichtakzeptablen Eingaben erscheint rechts eine Fehlerinformation, und links wird die Einleitung einer neuen Aktivität durch Eingabe eines Kommandos erwartet. Sinnfällige Kommandos werden angeboten (Bild 3). Der Kommandoeingabezustand des Programms kann auch durch den Nutzer durch Eingabe von ET2 jederzeit erzwungen werden.
Das Dialogfenster wird zugleich für Informationsausschriften zur Unterstützung des Projektanten (Bild 4) genutzt.

4. Arbeitsmenübeispiele

4.1. *k_V-Wert-Bestimmung*

Der k_V-Wert-Bestimmung (Ventilkoeffizient) kommt bei der Auswahl eines Ventils eine zentrale Bedeutung zu. Die einzugebenden Daten und das zu benutzende Formelwerk sind dabei von der Art des strömenden Mediums abhängig. Das Programm paßt sich deshalb im Menü C der im Menü B gewählten Mediumklasse an und aktualisiert z. B. den Tabellenkopf (Bilder 1 und 4). Die k_V-Wert-Bestimmung gestattet Variantenspiele und trägt damit zur Qualitätserhöhung bei der Ventilauswahl bei. Der Dialogkomfort motiviert den Projektanten dazu. Alle Nebenbedingungen (z. B. Zähigkeits- und Kavitationskorrektur) beachtet das Programm automatisch. Tabellenwerke (z. B. Sättigungs-

```
    1                                                                    80
 1
 :
 5  1: BMSR - POSITION: TIC 12345
 6
 7  ***   V O R B E R E I T U N G   D E R   A N T R I E B S A U S W A H L   ***
 8
 9  2: DRUCK UEBER DEM GESCHLOSSENEN VENTIL [MPA]: 1,2
10
11  3: PACKUNG: 1                       4: DICHTUNG: 1
12
13  5: ABNAHME: 1                       6: ANTRIEBSTYP: 1
14
15     * * *   F O R D E R U N G E N   A N   D E N   A N T R I E B   * * *
16
17  NENNHUB :  40 mm                    SPINDELDURCHMESSER : 16 mm
18
19  NOTWENDIGE KRAFT: 1030 N            ANSCHLUSSGEWINDE: M 16 x 1,5
20
21
22
23
24  KOMMANDO :
```

Bild 6. Schnittstelle zum Antrieb

bedingungen [2]) werden ebenfalls vom Programm selbständig berücksichtigt.

4.2. *Ventilauswahl*

Das Programm bietet im Menü E alle Ventile, die den Einsatzbedingungen und den regelungstechnischen Aspekten genügen würden, zur Auswahl an (Bild 5). Dem Projektanten obliegt die letzte Entscheidung darüber, welches Ventil am geeignetsten ist. Es liegt damit ein echtes Dialogprogramm vor, das den Nutzer zwar von den Routinearbeiten befreit, ihn aber nicht von seiner Auswahlverantwortung entbindet. Seine Potenzen werden für kreative Aktivitäten freigesetzt.

4.3. *Schnittstelle zwischen Ventil und Antrieb*

Im Menü F werden die Voraussetzungen für die Antriebsauswahl geschaffen (Bild 6). An dieser Stelle bestanden bei der manuellen Tätigkeit empirisch zu lösende Probleme. Um die Programmierbarkeit zu ermöglichen, mußten Klarheiten geschaffen werden. Ziel durfte nicht sein, die bestehenden Reproduktionsverhältnisse programmtechnisch festzuschreiben, sondern diese neu zu überdenken. Große Anstrengungen waren notwendig und veränderten den innerbetrieblichen Ablauf in allen beteiligten Betrieben. Durch die Festlegung der Anforderungen an den Antrieb (Bild 6) wurde eine Trennung der Ventil- und Antriebsauswahl ermöglicht. Dieser Qualitätssprung führt auch zur Arbeitsproduktivitätssteigerung bei der manuellen Auswahl einer Stelleinrichtung.

Zusammenfassung

Den Autoren erscheinen zwei abschließende Bemerkungen sehr wichtig:
- CAD-Systeme werden erst dann überdurchschnittlich effizient, wenn sie Betriebsgrenzen überschreitend gestaltet werden.
- CAD-Systeme müssen bei ihrer Einführung durch eine gründliche Analyse innerbetrieblicher Abläufe und eine konsequente und eventuell radikale Veränderung dieser flankiert werden.

Die Autoren danken den Herren Dipl.-Ing. *D. Goetz* vom VEB Chemieanlagenbaukombinat Leipzig-Grimma, Dipl.-Ing. *H. Wandel*, Dipl.-Ing. *B. Kirchner* und Ing. *D. Thieke* vom VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow und Ing. *B. Haupt* vom VEB Industriearmaturen Leipzig für Ihre freundliche Unterstützung.

Literatur

[1] *End, W.; Gotthardt, H.; Winkelmann, R.:* Softwareentwicklung. Berlin/München: Siemens AG 1976.
[2] *Wukalowitsch, M.:* Thermodynamische Eigenschaften des Wassers und des Wasserdampfes. Berlin: VEB Verlag Technik 1958.
[3] Katalog Automation Bauteile, Bd. 9. msr 8599

H.-P. Graul; H.-G. Krauße

Erfahrungen beim Einsatz rechentechnischer Hilfsmittel zur Projektierung von Binärsteuerungen[1]

0. Einleitung

Grundlage für die Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) ist eine entsprechende Aufbereitung der Aufgabenstellung. Bewährt hat sich das an der TH Leipzig entwickelte systematische Entwurfsverfahren „Binäre Prozeßanalyse" mit der grafischen Darstellung des Prozeßablaufplans (PRAP), der eine vollständige und widerspruchsfreie Notierung der Aufgabenstellung ermöglicht [1].
Die weitere Umsetzung dieser Aufgabenstellung in das eigentliche Steuerungsprogramm besteht zu einem großen Teil aus formalen Arbeiten. In dieser Phase der Einsatzvorbereitung von SPS ist durch den Bürocomputer- und Kleinrechnereinsatz eine erhebliche Rationalisierung dieser formalen Arbeiten (Programmierung) und gleichzeitig eine Prüfung der Aufgabenstellung möglich.

1. Konzept für die Bearbeitung der SPS PS 2000

Das Konzept ist im Bild 1 dargestellt. Nachfolgend werden 3 Programme erläutert.

1.1. *Manuelle Programmierung der SPS*

Es wurde ein Kleinrechnerprogramm entwickelt (Bild 1, linker Zweig), das die Befehlsfolge des manuell erarbeiteten Steuerungsprogramms in die Maschinensprache der PS 2000 übersetzt und auf Lochband ausgibt. Mit diesem werden dann über das Programmiergerät die Programmspeicherschaltkreise (EPROM) beschrieben. Der Projektant wird von der Eingabe des Steuerungsprogramms über das Inbetriebnahmegerät befreit, wodurch subjektive Fehler weitestgehend vermieden werden. Die Anwendung dieses Programmes ist besonders bei Steuerungsprogrammen mit hohem Wiederholgrad effektiv (Notierung in Tabellenform, s. Abschn. 1.2., Absatz 2).

1.2. *Programmierung der SPS mit dem Bürocomputer*

Ein weiterer Schritt zur Rationalisierung der Programmierung von SPS ist erst durch die Anwendung eines Bürocomputers möglich. In Zusammenarbeit mit dem Industrie-Hochschul-Komplex „Anlagenautomatisierung" der TH Leipzig wurde das Programmpaket für die Programmierung von SPS im Bildschirmdialogbetrieb mit dem Bürocomputer (STEU) an die spezifischen Erfordernisse der PS 2000 angepaßt. Bei der Anwendung dieses Programmpaketes ist es nur noch erforderlich, daß der Projektant über Tastatur und Bildschirm den oben genannten PRAP in einer rechnerverständlichen Form (Übergänge von Operation zu Operation und Zuordnung der Operationsvariablen zu den Operationen) eingibt und eine Adressenzuweisung vornimmt. Durch den Bürocomputer erfolgt eine Prüfung dieser Eingaben (Aufgabenstellung) auf Widerspruchsfreiheit, Vollständigkeit und Orthogonalität sowie die automatische Übersetzung in das Steuerungsprogramm, das als Lochband für das Programmiergerät ausgegeben wird. Das erzeugte Steuerungsprogramm kann auf dem Bürocomputer sofort getestet werden. Die Eingaben (Aufgabenstellung) werden auf einer Diskette abgespeichert. Dadurch sind Korrekturen (ändern, einfügen, streichen von Übergängen bzw. Operationen) jederzeit sehr schnell und unkompliziert möglich. Damit wird der Projektant von formalen Arbeiten (gesamte Programmierung) befreit. Subjektive Fehler werden weitestgehend vermieden.
Die Programmierungszeit verkürzt sich um etwa 80% (etwa 200 h bei einer Programmlänge von 3 Kbyte). Die Inbetriebnahmezeit des Steuerungsprogramms kann sich auf 1/5 bis 1/10 verkürzen (etwa 200 ... 400 h bei 3 Kbyte Programmlänge).
Die rechentechnische Weiterverarbeitung systematischer Entwurfsverfahren, wie auf dem Bürocomputer realisiert, führt nicht zu minimalen Steuerungsprogrammen. Solange die Programmspeicherkapazität der eingesetzten Steuerung (PS 2000 4 Kbyte) nicht überschritten wird, ist das jedoch bedeutungslos. Erst bei Überschreitung ist es notwendig, nach Möglichkeiten zur Verkürzung des Steuerungsprogramms zu suchen. Bei Teilprozessen mit wenigen Operationen aber hohem Wiederholgrad innerhalb einer Steuerung (z. B. 20 Schieber) ist das z. B. durch (teilweise) manuelle Programmierung möglich (Nutzung des Programmes Abschn. 1.1.). Dabei können durch intuitive Vereinfachungen, durch Erkennen technologischer Unmöglichkeiten, durch Zwischenspeichern bzw. Zusammenfassen kürzere Programme erzeugt werden. Auch bei der Erstellung (Korrektur) des PRAP ist durch die Wahl der Struktur (Verringerung der Operationen bzw. der Übergänge) und durch die Prozeßzerlegung eine Verkürzung des Steuerungsprogramms möglich.
Aber auch bei der Programmierung über den Bürocomputer gibt es Möglichkeiten, die Länge des Steuerungsprogramms zu

Dipl.-Ing. *Hans-Peter Graul* (34) studierte von 1971 bis 1975 an der TU Dresden, Sektion Informationstechnik, Technische Kybernetik und Automatisierungstechnik. Seit 1975 im VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht" als Projektant tätig, seit 1981 hauptsächlich auf dem Gebiet der Projektierung von Steuerungen.

Dipl.-Ing. *Hans-Georg Krauße* (47) besuchte von 1959 bis 1962 die IS für Schwermaschinenbau und Elektrotechnik mit dem Abschluß Ingenieur für Meß- und Regeltechnik. Anschließend Entwicklungsingenieur im Fernmeldewerk Leipzig. Seit 1964 im VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht" als BMSR-Ingenieur, Projektant und Gruppenleiter. Von 1963 bis 1970 Fernstudium an der Sektion Technische und Biomedizinische Kybernetik, WB Automatische Steuerungen, der TH Ilmenau. Zur Zeit mit dem praktischen Einsatz von Systemen zur rechnergestützten Projektierung beschäftigt.

[1] Nach einem Vortrag zur 5. Wissenschaftlichen Konferenz „Anlagenautomatisierung" der Technischen Hochschule Leipzig im Mai 1986.

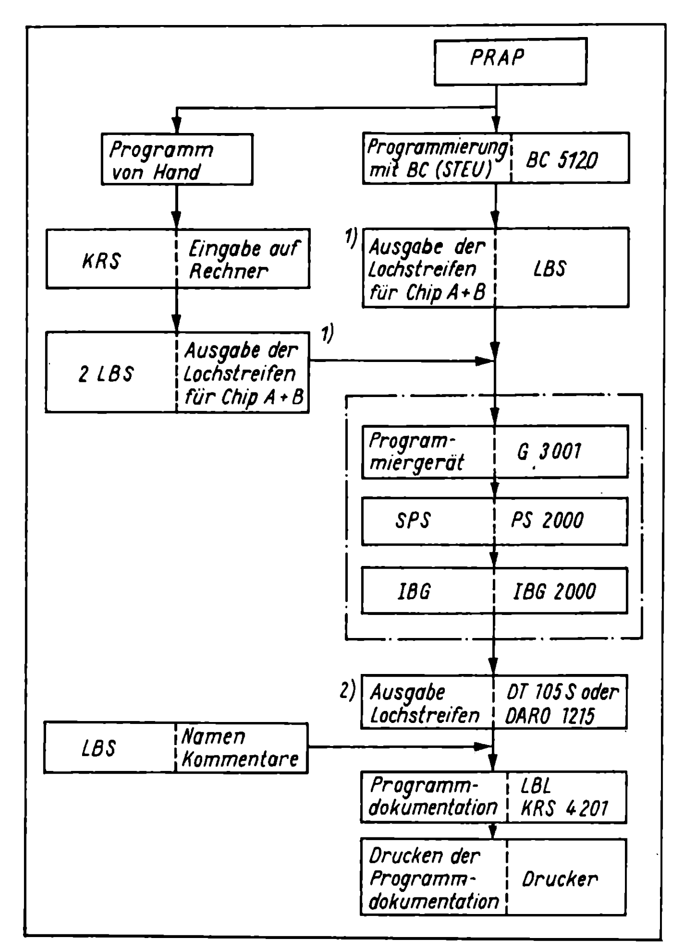


Bild 1. Einsatz rechentechnischer Hilfsmittel zur Projektierung von Binärsteuerungen

1) Lochstreifen im Programmiergeräteformat; 2) Lochstreifen im Programmlistenformat; LBS Lochbandstanzer; LBL Lochbandleser

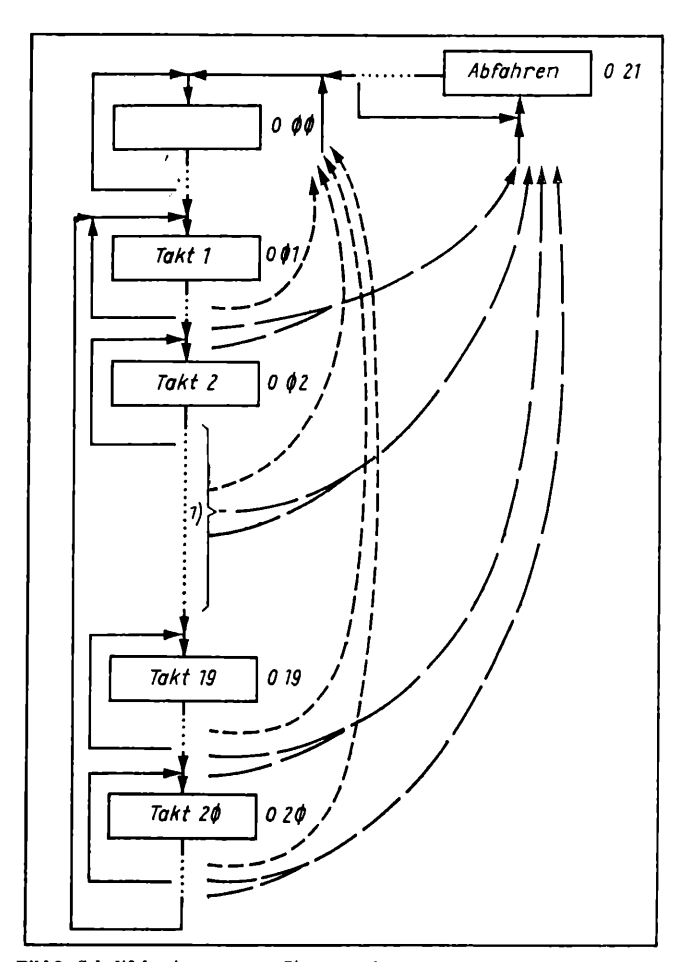


Bild 2. Schaltfolgesteuerung aus Steuerung 1

1) Übergänge von 0 02 bis 0 18 nach 0 00 bzw. 0 21

beeinflussen. Das angewandte Programmpaket erzeugt immer Steuerungsprogramme in Ausgangsspeicherkodierung. Ersetzt man die echten prozeßbezogenen Operationsvariablen durch entsprechend zugeordnete prozeßunabhängige Pseudo-Operationsvariablen, so kann zu einer (1 aus n — 1)- oder speicherminimalen Kodierung übergegangen werden. Trotz der dadurch erforderlichen Ansteuerlogik für die echten prozeßbezogenen Operationsvariablen (Dekodierung) verkürzen sich die Steuerungsprogramme um bis zu 50%.

Nachfolgend werden 3 Beispiele zur Programmierung der PS 2000 mit dem Bürocomputer vorgestellt. In den Bildern 2 bis 4 ist jeweils für eine spezielle Teilsteuerung die prinzipielle Struktur des PRAP und seiner Übergänge dargestellt.

Die Steuerung 1 ist mit 72 Eingängen, 42 Ausgängen und 6 Zeitstufen belegt. Die Aufgabe besteht in der zeitabhängigen Ansteuerung von 20 Ventilen in 12 verschiedenen Reihenfolgen einschließlich Überwachung und Signalisierung. Die Prozeßzerlegung ergab 50 Teilsteuerungen mit 2 bis 22 Operationen. Die daraus mit dem Bürocomputer erzeugten Steuerungsprogramme haben einen Umfang von 10 bis 859 PS 2000-Befehlen (Summe = 2299). Da aufgrund der begrenzten Programmspeicherkapazität nicht für jede der 12 Varianten eine gesonderte Teilsteuerung realisiert werden konnte, wurde nur eine allgemeine Schaltfolgesteuerung entwickelt, in der zur weiteren Programmverkürzung noch „Öffnen" und „Pause" jeweils in einer Operation vereinigt wurden. Zur Dekodierung dieser Schaltfolgesteuerung (Ansteuerung der 20 Ventile und der 6 Zeitstufen entsprechend den 12 Varianten) wurden außerdem etwa 600 Befehle manuell programmiert. Im Bild 2 ist die Schaltfolgesteuerung, die einer Taktkette entspricht, dargestellt. Sie besteht aus 22 Operationen. Die Zuordnung der Operationsvariablen entspricht aufgrund des Taktkettenprinzips (20 Ventile = 20 Takte; eine Abfahroperation 021) einer (1 aus n — 1)-Kodierung, bei der das erzeugte Steuerungsprogramm aus 859 PS 2000-Befehlen besteht. Werden den Operationen 01—21 Pseudo-Operationsvariablen entsprechend einer speicherminimalen Kodierung zugeordnet, so ergeben sich 753 PS 2000-Befehle. Erfolgt das aber nur für die Operationen 01—20 und in der Operation 21 bleibt die Operationsvariable „Abfahren" erhalten, so ergeben sich nur 368 PS 2000-Befehle. Aufgrund der einfacheren Dekodierung wurde die Variante „1 aus n — 1" genutzt.

Die Steuerung 2 ist mit 50 Eingängen, 80 Ausgängen, 8 Zeitstufen und einem Schieberegister belegt. Die Aufgabe besteht im Mischen und Dosieren von 3 Einsatzstoffen nach 3 Rezepturen. Das Dosieren erfolgt über eine Waage mit A/D-Wandler und Sollwerteinheiten, wobei je Einsatzstoff bis zu 10 Wägungen nötig sind. Dazu müssen 8 Schieber, 1 Klappe, 11 Antriebe und 9 Sollwerteinheiten angesteuert werden. Die Prozeßzerlegung ergab 21 Teilsteuerungen mit 4 bis 24 Operationen. Die daraus mit dem Bürocomputer erzeugten Steuerungsprogramme haben einen Umfang von 47 bis 1242 PS 2000-Befehlen (Summe = = 3391). Zur Dekodierung und Störungssignalisierung wurden außerdem etwa 500 Befehle manuell programmiert. Die beiden umfangreichsten Teilsteuerungen wurden durch die Einführung von Pseudo-Operationsvariablen in eine (1 aus n — 1)-Kodierung überführt. Im Bild 3 ist die Ablaufsteuerung dargestellt. Sie umfaßt 24 Operationen, 30 Operationsvariablen, 32 Prozeßzustandsvariablen und extrem viele Übergänge. Mit dieser wurden die Grenzen des Bürocomputerprogrammes (32 Operationen, 32 Operationsvariablen, 32 Prozeßzustandsvariablen) fast erreicht. Bei Ausgangsspeicherkodierung (echte Operationsvariablen) ergeben sich 2574, bei Einführung von Pseudo-Operationsvariablen entsprechend einer speicherminimalen Kodierung 1957 und entsprechend einer (1 aus n — 1)-Kodierung 1242 PS 2000-Befehle.

Die Steuerung 3 ist mit 120 Eingängen, 130 Ausgängen und 6 Zeitstufen belegt. Die Aufgabe besteht im Mischen von 5 Einsatzstoffen und der Steuerung der dabei ablaufenden chemischen Reaktion sowie in der Aufbereitung eines Einsatzstoffes. Dazu müssen 28 Ventile und 13 Antriebe in Abhängigkeit von technologischen Größen (Druck, Stand, Temperatur, Menge, Zeit) gesteuert werden. Die Prozeßzerlegung ergab 43 Teilsteuerungen mit 4 bis 24 Operationen. Die daraus mit dem Bürocomputer erzeugten Steuerungsprogramme haben einen Umfang von 49 bis 705 PS 2000-Befehlen (Summe = 3284). Zur Dekodierung und Störungssignalisierung wurden außerdem etwa 500 Befehle manuell programmiert. Die technologische Prozeßzerlegung führte zuerst zu einer Teilsteuerung mit 65 Operationen. Da das

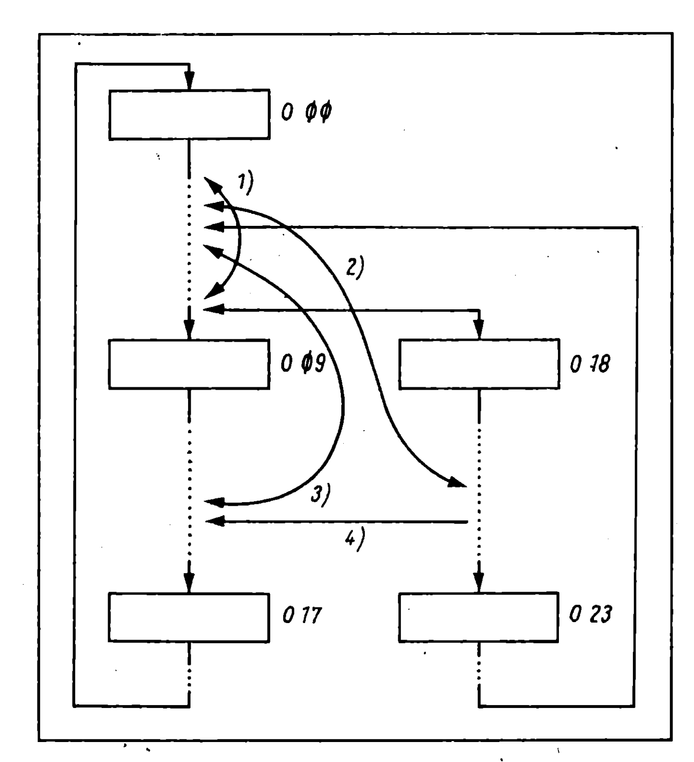


Bild 3. Ablaufsteuerung aus Steuerung 2

1) Übergänge von 0 Ø1 bis 0 Ø8 untereinander; 2) Übergänge von 0 Ø1 bis 0 Ø8 nach 0 18 bis 0 22 und zurück; 3) Übergänge von 0Ø1 bis 0 Ø8 nach 0 Ø9 bis 0 16 und zurück; 4) Übergänge von 0 18 bis 0 22 nach 0 Ø9 bis 0 16

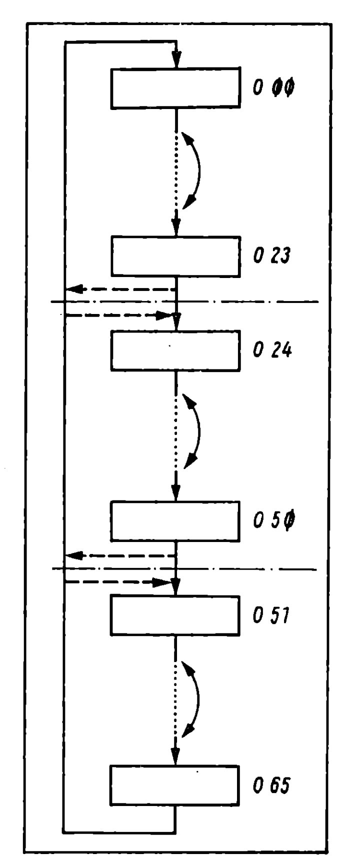


Bild 4. Zerlegung einer Teilsteuerung aus Steuerung 3

—·—·— Auftrennung; — — — neue Übergänge durch Auftrennung

Bürocomputerprogramm auf 32 Operationen begrenzt ist, wurde diese Teilsteuerung weiter zerlegt (Bild 4). Dazu wurden an zwei Stellen, wo eine Operation nur einen hinführenden Übergang hat, prozeßunabhängige „Ende"- bzw. „Start"-Operationen eingefügt. Bei den so entstandenen 3 Teilsteuerungen wurde durch die Einführung von Pseudo-Operationsvariablen mit einer (1 aus $n - 1$)-Kodierung gearbeitet, bei den anderen 40 Teilsteuerungen mit der Ausgangsspeicherkodierung (echte Operationsvariablen).

1.3. *Erstellung der Steuerungsprogrammdokumentation*

Die Basis für dieses Kleinrechnerprogramm ist ein Lochband mit der Befehlsfolge des Steuerungsprogramms, das nach erfolgreicher Testung der Steuerungsfunktion aus der PS 2000 über das Inbetriebnahmegerät gewonnen wurde. Dieses Lochband und Angaben des Projektanten zu Namen von Eingangs- und Ausgangsadressen sowie Kommentaren zu Wortadressen werden in den Kleinrechner eingegeben. Als Ergebnis steht die Programmdokumentation formblattgerecht und vervielfältigungsfähig zur Verfügung. Die Bearbeitungszeit verkürzt sich um etwa 80% (etwa 70 h bei 3 Kbyte Programmlänge).

Zusammenfassung

Zur vollen Ausnutzung der Möglichkeiten von SPS und damit zur Verbesserung der Prozeßführung ist unbedingt ein systematisches Entwurfsverfahren zu benutzen. Die Darstellung als Prozeßablaufplan hat sich bei der Bearbeitung der verschiedensten Aufgabenstellungen (siehe Beispiele) und in allen Bearbeitungsphasen (ADO bis Probebetrieb) als ein von allen Beteiligten (Verfahrenstechniker bis Anlagenfahrer) verständliches Beschreibungsmittel bewährt.
Durch die Weiterverarbeitung über den Bürocomputer wird der PRAP in ein garantiert fehlerfreies Steuerungsprogramm umgesetzt. Über den Bürocomputer können auch alle Korrekturen sehr schnell und unkompliziert vorgenommen werden. Daher ist es zweckmäßig, einen möglichst großen Teil des Gesamtsteuerungsprogramms über den Bürocomputer zu erzeugen und dabei möglichst alle Teilsteuerungen in Ausgangsspeicherkodierung, d. h. mit echten Operationsvariablen (Wegfall der Dekodierung), zu bearbeiten.
Da das Steuerungsprogramm nur so gut wie die Aufgabenstellung (PRAP) sein kann, ist die binäre Prozeßanalyse möglichst gründlich durchzuführen. Eine Erhöhung des Zeitaufwands dafür bewirkt eine mehrfache Verkürzung der Inbetriebnahme (Inbetriebnahmezeit vor Ort für Steuerung 2 etwa 10 h).
Der PRAP ist zur Notierung der Aufgabenstellung für alle Steuerungssysteme geeignet. Da das oben erwähnte Programmpaket STEU prinzipiell zur Programmierung aller SPS auf U-880-Basis geeignet ist, sollte es kurzfristig auch für die MRS 700 modifiziert werden. Zur universellen Bearbeitung von Steuerungen auf der Basis von 8- bzw. 16-bit-Rechnern (z. B. MRS 700; SPS 7000), sollte eine Variante mit Übertragung in die Mehrprozessorsteuersprache (MPSS) geschaffen werden.
Da die Erarbeitung und Korrektur des PRAP zu den zeitaufwendigsten Teilen der Projektierung von SPS gehören, wäre durch die Schaffung von Programmen zur direkten Bearbeitung des PRAP im Bildschirmdialogbetrieb mit dem Bürocomputer eine wesentliche Rationalisierung dieser Teile möglich.

Literatur

[1] *Alder, J.; Strüver, M.:* Richtlinie zur Projektierung von Binärsteuerungen — Binäre Prozeßanalyse und Funktionsbeschreibung der Steuerung als Basis des rechnergestützten Entwurfs. KDT-Richtlinie 107/85. Berlin: Kammer der Technik 1985. msr 8598

(Fortsetzung von Seite 258)

Mit dem ersten Anwendungsfall wird der Entwicklungsaufwand durch die Einsparungen ausgeglichen. Die weiteren Anwendungen bringen zusätzliche Effekte, die für die Erhöhung der Projektierungskapazität oder für die Entwicklung weiterer Lösungen zur Verfügung stehen.

Schlußfolgerungen

Nach der Realisierung einer ersten Pilotlösung liegen bei Entwickler und Anwender spezielle Erfahrungen für die Vorbereitung und Realisierung weiterer (Teil-) Lösungen im betrachteten Arbeitsgebiet vor, so daß diese Aufgaben zukünftig von Beginn an noch exakter gefaßt werden können. Weiterhin ist leistungsfähigere Gerätetechnik zu erwarten, die größere Spielräume bei der Entwicklung der Lösungen zulassen. Neben der Erhöhung der Qualität der erstellten Unterlagen wird zur Zeit als wesentlichster Nutzenanteil eine Verkürzung der Bearbeitungszeit wirksam.

Literatur

[1] *Bennewitz, W.; Schmiele, J.:* Einige Gedanken zur Einführung von CAE-Arbeitsplätzen in der Anlagenautomatisierung. msr, Berlin 26 (1983) 12, S. 690—693.
[2] *Bennewitz, W.; Leipold, R.:* Rechnergestützte Erarbeitung von Verdrahtungsunterlagen. rd, Berlin 22 (1985) 3, S. 28—29.
[3] *Bennewitz, W.; Hoppe, T.:* Arbeitsplatz „Rechnergestützte Konstruktion" — eine Pilotlösung auf dem Weg zur rechnergestützten Projektierung im Automatisierungsanlagenbau. msr, Berlin 28 (1985) 10, S. 465—468.
[4] Systemhandbuch UDOS-1526. Anwenderdokumentation. VEB Robotron-Buchungsmaschinenwerk Karl-Marx-Stadt 1984.
[5] Symbolischer Debugger (UDOS-1526). Anwenderdokumentation. VEB Robotron-Buchungsmaschinenwerk Karl-Marx-Stadt 1984. msr 8627

J. Schmiele

Schnittstellenbetrachtung für die Einführung von CAE-Systemen in den Automatisierungsanlagenbau

0. Einleitung

Stellt man die Entstehung eines CAE-Systems und seine Einführung in den Bereich der Technischen Vorleistungen des Automatisierungsanlagenbaus mit den wesentlichen Komponenten so dar, daß die Probleme der Abstimmung und des Informationstransfers hervorgehoben werden, so entsteht daraus das im Bild dargestellte Schnittstellenbild.
In Anlehnung an die aus der Chemie und der Genetik bekannte Schlüsselsymbolik wurde hier eine ähnliche Darstellungsform gewählt [1].
Hervorgehoben werden soll dabei neben den Hard- und Softwarekomponenten eines CAE-Systems die Einbeziehung „menschlicher Informationsverarbeitungssysteme", wie Anwender, Problemanalytiker und Programmierer. Die Entwicklung und Einführung solcher Arbeitsmittel ist, wie viele der ingenieurtechnischen Tätigkeiten, durch mehrfaches Wiederholen von Arbeitsgängen auf dem nächst höheren Niveau dem angestrebten Ziel so weit wie nötig zu nähern. In [2] wird dies in bezug auf die ingenieurtechnische Tätigkeit des Projektierens und Konstruierens von Automatisierungsanlagen als Iteration charakterisiert. Der Autor verwendet im vorliegenden Fall den Begriff „Entstehungsspirale". Bestimmendes Element sollte in ihr der Anwender (Projektant und Konstrukteur) sein. Dieser hat die guten und die schlechten Lösungen zur Wirksamkeit zu bringen oder „auszubaden". Er hat den besten Überblick über die vielfältigen Wechselwirkungen des Projektierungsprozesses und ist dadurch besonders geeignet, die Dateien, die Projektierungs- und Konstruktionswerkzeuge und die Dialoge sachkundig mitzugestalten.
Der Automatisierungsanlagenbau steht am Beginn der Einführung einer neuen Technologie in die Technischen Vorleistungen. Die Phase des Übertretens einer Schwelle war in vielen Fällen, die aus der Geschichte des technischen Fortschritts bekannt sind, mit Akzeptanzproblemen verbunden. Die Prägung des Begriffes „Schwellenangst" ist beredter Ausdruck dafür. Eine Möglichkeit zur Überwindung derartiger Probleme ist die Beteiligung des Anwenders an der Entstehung eines solchen, den technischen Fortschritt charakterisierenden Systems. Um die Begegnung des Anwenders mit der Rechentechnik reibungsloser zu gestalten, wird in [3] vorgeschlagen, anstelle von Programmen von „Werkzeugen zur Rationalisierung der Technischen Vorleistungen" (WERA) zu sprechen.
Damit soll eine Assoziation zu bisher Bekanntem (Rechenstab, Reißbrett, Tabellenbücher, Schreibgeräte usw.) entstehen und eine die modernen Softwaretechnologien unterstützende funktionelle Abgrenzung der Werkzeuge untereinander provoziert werden. Die so definierten Grenzen sind beim Entwurf von Softwarewerkzeugen für die CAE-Systeme unbedingt zu beachten.
Mit dieser Arbeitsteilung sind der Anwender (hier Projektant und Konstrukteur von Automatisierungsanlagen) und der Softwareentwickler in ihrem Bemühen, Programme zu entwerfen, die den Gesichtspunkten des modernen Softwareentwurfes genügen, sinnvoll zusammengeführt.
Die Begründung für die unmittelbare Beteiligung der Anwender an der CAE-Systementwicklung in Gestalt des Werkzeugentwurfes soll hier mit dem Hinweis auf den international zu beobachtenden Trend, CAE-Software so nahe wie möglich am Anwender zu erstellen, abgebrochen werden.
Bei der Analyse des in der Abbildung dargestellten Entstehungsvorganges sind zwei Interpretationen (Modelle) hervorzuheben.

1. Modellbildung durch Schnittstellenanalyse

1.1. Phasenmodell — zeitliche Abfolge der Entstehung von CAE-Systemen

Analysiert man die Entstehung eines CAE-Systems anhand des Schnittstellenbildes unter dem Gesichtspunkt der Zuordnung von

Dipl.-Ing. *Joachim Schmiele* (38) studierte nach dem Abitur (mit Lehre als Elektromonteur) von 1967 bis 1971 Regelungstechnik an der TU Dresden, Sektion 9. Anschließend bis 1980 Projektant für Automatisierungsanlagen im VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow, Betriebsteil Berlin. Dort danach Themenleiter „Rechnerunterstützter Arbeitsplatz für MSR-Anlagen" (RUAP-MSR). Seit 1985 amtierender Abteilungsleiter „Prozeßautomatisierung/Entwicklung und Projektierung" im EAB/ZFT. Dissertation A 1986 an der TH Leipzig eingereicht, inzwischen erfolgreich verteidigt.

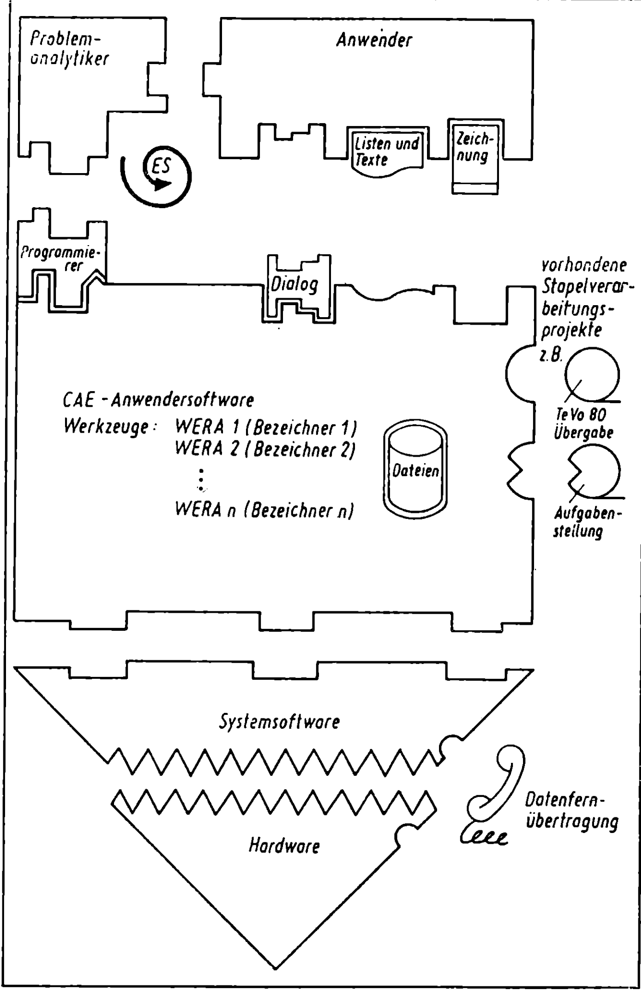


Bild. Wichtige Schnittstellen in der Entstehungsspirale ES eines CAE-Systems

Schnittstellendominanzen und Entstehungsphasen, so ergeben sich folgende Phasencharakteristiken [1].

1.1.1. Konzeptionsphase

In der ersten Entstehungs*phase, der Konzeption,* wird oft ein Startimpuls (Idee) durch den Problemanalytiker das auslösende Moment sein. Von hervorragender Bedeutung ist in dieser Phase die Schnittstelle zwischen ihm und dem Anwender. Die Abstimmung und der Informationstransfer sind hier im Rahmen einer IST-Zustandsanalyse und eines ersten Entwurfs von Werkzeugen zu bewältigen. Dabei sind alle weiteren Phasen vorausdenkend zu berücksichtigen.
Es ist also eine Schleife der Entstehungsspirale zu durchlaufen. Bisher wurden diese Arbeitsgänge, von möglichen Arbeitszeiteinsparungen ausgehend, ohne einheitlichen Konzeptionsalgorithmus bewältigt. Eine Standardisierung der dabei zu verwendenden Kommunikationsmöglichkeiten gibt es bisher nicht. In [1] und [3] wird für diese Entwurfsphase ein Konzeptionsalgorithmus vorgestellt. Ausgegangen wird dabei, im Gegensatz zu o. g. bisherigen nur an der Arbeitszeiteinsparung orientierten Bewertungen, von den Ergebnissen einer methodischen Schätzung. Durch die Zerlegung des „unscharfen" Problems Schätzen in kleinere „weniger unscharfe" Probleme wird dabei eine dem jeweiligen Detailarbeitsschritt zugeordnete Kennziffer, die CAE-Einsatzträchtigkeit, ermittelt.
Die damit quantitativ und qualitativ verbesserte Auswahl von Arbeitsschritten innerhalb der Technischen Vorleistungen erfolgt für den Entwurf von Projektierungs- und Konstruktionswerkzeugen und kann in den verschiedenen Detaillierungsebenen wiederholt werden.
Außerdem läßt sich für die konzeptionelle Phase feststellen, daß die Kommunikation zwischen Anwender (Programmierlaie)

und Problemanalytiker unbefriedigend ist. Das ist mit der Verwendung unscharfer verbaler Beschreibungsformen zu begründen. Eine Verbesserung dieser Situation kann durch die im Abschn. 2. vorgestellte Werkzeugentwurfsnotation erfolgen.

1.1.2. Entwicklungsphase

In der zweiten Entstehungs*phase, der Entwicklung,* gewinnen die Schnittstellen Problemanalytiker/Programmierer und Programmierer/Anwendersoftware an Bedeutung. Neben dem Entwurf aus der o. g. konzeptionellen Entstehungsphase (Algorithmenentwurf für die Werkzeuge) muß die Programmentwicklung besonders die Fähigkeiten des CAE-Systems zur Weiterentwicklung und zur Systempflege in der Erstanwendungsphase und die Weiterentwicklungsphase berücksichtigen. Damit wäre die nächsthöhere Schleife der Entstehungspirale zur qualitativen Verbesserung des gewünschten Arbeitsergebnisses „Werkzeug für die Rationalisierung (WERA) der Projektierung und Konstruktion“ abgearbeitet.
Es ist festzustellen, daß Vereinheitlichungsbemühungen zu den Kommunikationsformen innerhalb der genannten Schnittstellen wesentlich von der Entscheidung für die anzuwendende Hochsprache im Rahmen der eingesetzten Systemsoftware und Hardware abhängen. Eine Möglichkeit dazu ist die generelle Verwendung *einer* Hochsprache in allen zum Einsatz kommenden Rechnerebenen (ESER, SKR, BC/PC). Eine „fast portable“ Software ist dem Bestreben zuträglich, bei steigender Leistungsfähigkeit der Rechentechnik in der niedrigstmöglichen Rechnerebene (zukünftig z. B. ein 16-bit-Personalcomputer mit ausreichendem externen Speicherangebot) zu arbeiten. Software in diesem Sinne ist bisher nur mit PASCAL erzeugbar. Diese wird, z. B. auch in [4], als die geeignete Sprache für CAD-, CAM-, CAE-Programme empfohlen. Letztlich spricht die Orientierung solcher Institutionen, wie des Zentralinstituts für Kybernetik und Informationsprozesse der AdW und der Humboldt-Universität zu Berlin, auf die Sprache PASCAL für deren Anwendung, mit dem Effekt der Verbesserung der Zusammenarbeit von Forschung/Lehre und Industrie.
Dieser Denkansatz wäre als Standardisierungsersatz bis zur Einführung von an der Umgangssprache orientierten Spezifikationssprachen verwendbar.

1.1.3. Die Erstanwendungsphase

In der dritten Entstehungs*phase, der Erstanwendung,* sind die Schnittstellen Anwendersoftware/Hardware und Anwendersoftware/Anwender dominant. Eine Systempflege kann nur effektiv sein, wenn *alle* die Entstehung des CAE-Systems begleitenden Dokumentationen (von der Konzeptionsphase bis zur Weiterentwicklungsphase) dem letzten Stand entsprechen und bei nicht auszuschließenden Fehlerkorrekturen aktualisiert werden. Somit ist auch hier davon auszugehen, daß eine weitere Steigung der Entstehungsspirale absolviert wird.
Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang der Dialog, da er das unmittelbare Bindeglied zwischen dem Anwender und der Software darstellt [5]. Damit ist er eine zwischen den Möglichkeiten der Software und den aus der Anwendung resultierenden Notwendigkeiten zu optimierende Problemstellung, sollte sich aber in einem allgemeingültigen Rahmen bewegen. Desgleichen tritt hier die Hardware mit allen ihren Unzulänglichkeiten dem Anwender gegenüber.

1.1.4. Weiterentwicklungsphase

In der vierten Entstehungs*phase, der Weiterentwicklung,* steht wieder die Schnittstelle zwischen dem Anwender und dem Problemanalytiker im Mittelpunkt der Betrachtungen. Im Gegensatz zur konzeptionellen Phase gehen nun wichtige Impulse vom Anwender aus, da er, einmal „auf den Geschmack gekommen“, mehr und Besseres will. Es würde einen Bruch der zum vorangegangenen Entstehungsvorgang genannten Grundsätze bedeuten, wenn hier nicht alle diese Entstehungsphasen begleitenden Dokumentationen und die relevanten Schnittstellen Beachtung finden. Der derzeitige Stand der Standardisierungsbemühungen entspricht dem für die konzeptionelle Phase geschilderten.

1.2. Ebenenmodell — Schnittstellen in unterschiedlich zu bewertenden Ebenen

Betrachtet man die Schnittstellendarstellung unter dem Gesichtspunkt ihrer Bedeutung für das CAE-System, so lassen sich zwei Ebenen erkennen [1].

1.2.1. Ebenen der Basisschnittstellen

Die Hardware, die Systemsoftware und deren Schnittstelle sind ebenso die Grundlage jeder Einführungskonzeption wie die Schnittstelle zwischen der Systemsoftware und der Anwendersoftware eines Rechners. Der Begriff Basis soll das verdeutlichen.
Zu den Basisschnittstellen gehören:

Schnittstelle 1: Anwendersoftware — Systemsoftware
Die Forderung nach Portabilität der Anwendersoftware ist im Rahmen der Angebotspalette des Hardwareherstellers wichtigstes Kriterium für die Auswahl des Betriebssystems. Damit ist die Verbreitung der dem Betriebssystem zugeordneten Rechnersysteme und die Verfügbarkeit von zusätzlicher Software mit in die Entscheidungsfindung für eine Paarung Systemsoftware — Hardware einzubeziehen. Die größte Verbreitung in der DDR haben für die SKR-Rechner die RSX-11M-kompatiblen Betriebssysteme (z. B. OSRW) und für die Bürocomputer die CP/M-kompatiblen Betriebssysteme (z. B. SCPX, CP/A) gefunden und können damit ein möglicher Standardisierungsansatz sein. Die Einbindung einer Hochsprache in ein Betriebssystem verkettet die Betrachtungen der Schnittstellen vier und fünf. Eine Standardisierung muß den Einfluß des Betriebssystems und der Hardware nebst ihrer Schnittstellen minimieren. Die augenblicklichen Bemühungen laufen darauf hinaus, dies im Rahmen einer Hochsprache zu tun. Besondere Vorteile weisen die Hochsprachen aus, deren Konzept von virtuellen Rechnersystemen ausgehend formuliert wurde und kaum Ausnahmeregeln enthält. Am weitesten fortgeschritten sind diese Ansätze für die schon genannte Hochsprache PASCAL.

Schnittstelle 2: Systemsoftware — Hardware
Diese Schnittstelle ist vom Käufer der Anlagen wenig beeinflußbar und ist besonders unter dem Gesichtspunkt der Zuverlässigkeit zu betrachten. Da die Systemsoftware und die Hardware die Basis jeglicher Anwendung sind, bestimmen sie mit ihren Ausfallraten die Akzeptanz des Anwenders wesentlich.
Eine Einflußnahme auf Standardisierungsbemühungen sollte von den Hardwareherstellern ausgehen, da diese andere Anwendungsgebiete des Rechnersystems als CAD-, CAM-, CAE-Systeme in die Betrachtungen einzubeziehen haben.

Schnittstelle 3: Hardware/Systemsoftware — Datenübertragungsmodul
Von immer größerer Bedeutung für die CAE-Anwendungen wird die Schnittstelle zu anderen, oft räumlich getrennten CAE-Systembausteinen sein. Dies gilt insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Einführung sogenannter CIM-Systeme. Ein Standardisierungsansatz für die Einführung von CAE-Systemen muß von dem Vorhandensein dieser Schnittstelle ausgehen. Internationale und nationale Bestrebungen zur Vereinheitlichung der zugehörigen Hardware und Systemsoftware sind vorhanden. Eine Vereinheitlichung des Ansprechens der Datenfernübertragung aus der Anwendersoftware (als universellem Werkzeug) ist dem Autor nicht bekannt, wäre aber ebenfalls wünschenswert.

Schnittstelle 4: Anwendersoftware — Dateien
Die als interne Schnittstelle bezeichnete Paarung Anwendersoftware — Datei bedarf keiner gesonderten Beschreibung, da sie unmittelbar in Verbindung mit den Werkzeugen definiert wird. Für die Programmierung ist der Umgang damit durch die Anwendung entsprechender Datenbanksysteme festlegbar.
Der Dateiinhalt kann durch den Hinweis auf äquivalente, bisher vorhandene Informationsspeicher (Kataloge, Stammbänder, Projektunterlagen) ausreichend beschrieben werden.

1.2.2. Ebene der Entstehungsschnittstellen

Ebenso, wie für die Basisschnittstellen eine langfristig gültige Standardisierung von unbedingter Notwendigkeit ist und in erster Linie die Anwendung einer Hochsprache und Hardware betrifft, kann bei den Entstehungsschnittstellen eine gleichartige Bemühung von wenigen Grundelementen ausgehen. Besonders zu nennen sind hierbei die sogenannten Softwarewerkzeuge und die entwurfsbegleitende Kommunikation zwischen Anwender und Problemanalytiker zum Entwurf von Projektierungswerkzeugen. Betrachtet man die Entwicklung von standardisierten Softwarewerkzeugen zur Gestaltung von CAE-Systemen als Domäne der Programmierer, muß die Entwicklung einer standardisierten entwurfsbegleitenden Dokumentationsform für Projektierungswerkzeuge den Kenntnisstand der Programmierlaien, der Anwender, berücksichtigen. Damit ist dieser Denkansatz mit den ähnlichen Forderungen für die Entwicklung von Software für Automatisierungssysteme [6] vergleichbar.

Schnittstelle 5: Anwender — Problemanalytiker
Neben der Analyse des IST-Zustandes mit den verschiedensten Methoden, wie in [7] genannt

- Interview
- Fragebogen
- Konferenz

— Beobachtung
— Schätzung,

wird hier die Darstellung der Werkzeugkonzeption zum Problem. Da die beteiligten Personengruppen nicht unbedingt Programmierkenntnisse haben müssen, wird oftmals eine verbale Beschreibungsform gewählt. Diese ist nicht ausreichend für eine ordnungsgemäße Entwicklung und muß daher längerfristig einer eindeutigen Beschreibungsform auf umgangssprachlicher Basis weichen (z. B. eine vereinfachte Spezifikationssprache).
Diese muß zur Gewährleistung der Kontrollfähigkeit durch den Anwender den ganzen Entstehungsprozeß des CAE-Systems begleiten.

Schnittstelle 6: Problemanalytiker — Programmierer
Hier dominieren als Aufgabenstellung zwei Formen, die gesetzlich festgelegte Inhalte haben:

— Studie
— A-Stufenentwicklung.

Diese Grobfestlegung von Inhalt und Form ist als eine Standardisierung der Kommunikation zwischen Problemanalytiker und Programmentwickler nicht ausreichend.
Eine Weiterentwicklung und Ergänzung der im nachfolgenden Text vorgeschlagenen quasiverbalen Beschreibung könnte hier die Verbesserung der Kommunikation zwischen den Partnern bewirken. Bisher wird oftmals auf eine Darstellung im Pseudokode orientiert.

Schnittstelle 7: Programmentwickler — Anwendersoftware
Den für diese Schnittstelle charakteristischen Arbeitsvorgang bezeichnet man im allgemeinen als Programmieren. Die Anwendung von Softwarewerkzeugen im Rahmen einer Hochsprache mit dem Ziel, eine portable Software schnell zu erzeugen, wird hier eine immer größere Bedeutung erlangen. Im Fall von RUAP-MSR wurde auf die Anwendung von PASCAL orientiert [3] (s. Abschn. 3.). Die Erarbeitung von Projektierungswerkzeugen mit Hilfe von Softwarewerkzeugen ist unbedingte Voraussetzung für eine effektive Weiterentwicklungsphase.

Schnittstelle 8: Anwendersoftware — vorhandenes Stapelverarbeitungsprojekt, im vorliegenden Fall TeVo 80
Der Inhalt und die Form werden durch das vorhandene Stapelverarbeitungsprojekt TeVo 80 bestimmt und können langfristig nur im Rahmen nationaler Standards für Schnittstellen mit Stapelverarbeitungsprojekten vereinheitlicht werden.

Schnittstelle 9: Anwendersoftware — Aufgabenstellung, hier für die MSR-Anlage
Hier bedarf es der Abstimmung zwischen den Vertragspartnern mit dem Ziel, die Konvertierbarkeit der Datenträgerinhalte und die rechtlichen Grundlagen für eine Datenträgerübergabe und die Verbindlichkeit der so z. B. übergebenen MSR-Liste herzustellen.

Schnittstelle 10: Anwendersoftware — Zeichnungen
Die grafischen Möglichkeiten der zum Einsatz kommenden Hardware und die der dazugehörigen Software bestimmen diese Schnittstelle. Standardisierungsvorschläge können damit nur vom Hardwarehersteller eingebracht werden.

Schnittstelle 11: Zeichnung — Anwender
Diese Kommunikationsform zwischen Anwender und CAE-System sollte durch die Orientierung auf betriebliche und nationale Standards von bisher Gewohntem nicht abweichen. Damit kann in diesem Fall von einem ausreichenden Vereinheitlichungsgrad gesprochen werden.

Schnittstelle 12: Anwendersoftware — Listen und Texte
Hier bestimmen die alphanumerischen Möglichkeiten der zum Einsatz kommenden Hardware und der dazugehörigen Systemsoftware, wie sie durch Textbehandlungssysteme vertreten werden, ebenfalls die Form der Ausgaben.

Schnittstelle 13: Listen und Texte — Anwender
Es gilt das zur Schnittstelle 11 Notierte.

Schnittstelle 14: Anwendersoftware — Dialog
Hardware und Systemsoftware legen das mögliche Lösungsspektrum für diese Schnittstelle fest und haben damit eine eingrenzende Wirkung für die Kommunikation im Rahmen der folgenden Schnittstelle 15.

Schnittstelle 15: Dialog — Anwender
Der Dialog ist in seiner Form einheitlichen Grundregeln zu unterwerfen. Diese sind in der Literatur [5] ausreichend behandelt. Erfahrungen zeigen, daß die Einführung eines innerbetrieblichen Dialogstandards im jeweiligen CAE-System mit der Beschränkung auf wenige Dialogformen von Vorteil ist.

2. Abschnittsweise Konzeption (Werkzeugentwurf) der Rechnerunterstützung von Technischen Vorleistungen

Mit der im Abschn. 1. vorgenommenen Schnittstellenbetrachtung ist es möglich, für die Einführung von CAE-Systemen in die Technischen Vorleistungen des MSR-Anlagenbaus eine abschnittweise Einführungsstrategie in der konzeptionellen Phase beginnend abzuleiten. In einem ersten Einführungsschritt ist nach der Analyse der Randbedingungen die o. g. Auswahl von rationalisierungsträchtigen Arbeitsschritten in den Technischen Vorleistungen vorzunehmen. Danach kann die schrittweise Qualifikation der Werkzeuge in den vier vorgestellten Entstehungsphasen erfolgen. Den o. g. Schnittstellenbeschreibungen und Analysen ist hinzuzufügen, daß die Werkzeuge auch als Umgangsvorschriften für Dateien bezeichnet werden können. Der Dialog ist insofern etwas Besonderes, als er zum einen ebenfalls Datei (Bildschirminhalt) ist und zum anderen der Spezifikation der o. g. Umgangsvorschrift als Eingabe dient. Damit läßt sich für eine Beschreibungsform eines Projektierungs- und Konstruktionswerkzeuges in der konzeptionellen Phase der CAE-Systementstehungsspirale folgendes feststellen. Eine quasiverbale Beschreibungsform ist ausreichend, wenn [1]

— ein *Kommentar* bei Bedarf eine einleitende Erläuterung enthält
— die darin enthaltenen Umgangsvorschriften für Dateien (*Aktionen*) aufgezählt werden
— die dazugehörenden Dateien getrennt nach *Quell-* und *Senkendateien* mit dem Hinweis auf äquivalente herkömmliche Unterlagen beschrieben werden (Sollten diese nicht vorhanden sein, z. B. bei Hilfs- und Zwischendateien, so genügt eine einfache Inhaltsaufzählung.)
— der *Dialog* als eine Folge von *Eingabe-* und *Ausgabehandlungen* getrennt beschrieben wird (Alle nicht zu den Dialoghandlungen redundanten Aktionen sind damit als rechnerintern ablaufend gekennzeichnet.)
— die gedruckten Ausgaben entweder nicht explizit oder mit dem Hinweis auf die durch das Druckerzeugnis zu ersetzende Unterlage des entsprechenden manuellen Arbeitsschrittes beschrieben werden.

Mit dieser Werkzeugentwurfsnotation ist ein Mitarbeiter des Bereiches der Technischen Vorleistungen als zukünftiger Anwender in der Lage, einen ersten Entwurf seiner Rationalisierungswerkzeuge zu formulieren. Die Anlehnung an Begriffe des Entwurfes einer Spezifikationssprache für Automatisierungssysteme [8] wurde bewußt gewählt, um hier mögliche zukünftige Entwicklungsrichtungen anzuregen.
Betrachtet man die internationale Entwicklung der CAD-, CAM- und CAE-Systeme, ist neben der schnellen Verbreitung solcher Rationalisierungsmittel eine explosionsartig steigende Vielzahl von Hardware- und Softwareanbietern zu beobachten. Das Überangebot von Soft- und Hardware für den computergestützten Entwurf senkt den volkswirtschaftlichen Nutzeffekt wegen des vielfachen Entwicklungsaufwandes für ähnliche und gleiche Problemstellungen, vor allem in der CAE-Software (Softwarekrise). Sie wird u. a. durch die fehlenden Standardisierungen hervorgerufen. Hier und da zu beobachtende Ansätze zur Standardisierung sind nach Meinung des Autors schwierig durchzusetzen, solange sie nicht von einem fest umrissenen Einsatzgebiet (z. B. CAE-Systeme) ausgehen.
Die im Beitrag dargelegten Betrachtungen, Vorschläge und Erfahrungen für die Einführung von CAE-Systemen sind bei der Entwicklung eines solchen Systems durch den Autor im ZFT des Kombinates Automatisierungsanlagenbau, genauer im ehemaligen GRW Berlin und im IEA, entstanden und gleichzeitig teilweise zur Anwendung gekommen.

3. Kurzcharakteristik der ausgewerteten Entwicklung „RUAP-MSR"

Das schon genannte CAE-System mit der Bezeichnung Rechnerunterstützter Arbeitsplatz für den MSR-Anlagenbau „RUAP-MSR" wurde im Zeitraum 1981 bis 1985 entwickelt [9].
Die dabei entstandenen Programme gestatten die interaktive Bearbeitung sechs wesentlicher Komplexe der Technischen Vorleistungen und sind auf einer SM 4—20 gekoppelt mit vier halbgrafikfähigen Bürocomputern implementiert [9].
Da „RUAP-MSR" das erste verfügbare CAE-System des MSR-Anlagenbaus war, bildet es die Grundlage weiterer Entwicklungen dieser Art, wie sie in weiteren Beiträgen des vorliegenden Heftes beschrieben werden. Die Wissensvermittlung erfolgte durch Berichte, Vorführungen, Schulungen und durch die Mitarbeit der Entwickler an den Folgevorhaben. Zum besseren Verständnis der vorhergenannten Schnittstellenbetrachtung werden an dieser Stelle die entstandenen Projektierungs- und Konstruk-

tionswerkzeuge in Komplexen zusammengefaßt mit einer Kurzcharakteristik beschrieben.

1. Komplex: Projektaufgabenstellung (Teilkomplex MSR-Liste)
Die zwei hauptsächlichen Arbeitstechniken mit der MSR-Liste

- Erarbeitung
- Auswertung

werden mit dem System RUAP-MSR effektiver. Damit ist es möglich, neben der Verbesserung des systematischen Aufbaus von Automatisierungs*anlagen* eine rationelle Bearbeitung weiterer Komplexe der Technischen Vorleistungen (z. B. Komplex Zeichnungserstellung) durchzuführen.

2. Komplex: Ausrüstungsliste
Hierbei wird neben der Unterstützung der Eingabe von Ausrüstungskenngrößen in ein vorhandenes Stapelverarbeitungsprojekt des GRW Teltow mit der Bezeichnung TeVo 80 eine rationelle Erstellung von Ausrüstungslisten durch Variation eingebbarer Typlösungen für Meß-, Steuer- und Regelketten verfügbar.

3. Komplex: Zeichnungserstellung (Teilkomplex Funktionsschaltplan)
Dem Bearbeiter wird es ermöglicht, mit CAD-Arbeitstechniken am Bürocomputer, wie

- Variationstechnik
- Menütechnik
- Makrotechnik
- Formulartechnik,

effektiv eine Zeichnung zu erarbeiten. Eine Einschränkung bildet dabei die Halbgrafik, da sie keine maßhaltigen, sondern nur symbolische Darstellungen ermöglicht. Da aber der größere Anteil von im MSR-Anlagenbau üblichen Zeichnungsarten sich dieser Darstellungsart bedient, kann trotzdem von einem geeigneten Arbeitsmittel gesprochen werden. Mit dessen Weiterentwicklung durch EAB/ZFT, AAC (Automatisierungsanlagenbau Cottbus) und durch die TH Leipzig für die Formate A3 hoch und A3 quer sind auch die letzten Schranken für eine breite Einführung beseitigt [13].

4. Komplex: Konstruktion (Teilkomplex Verdrahtungskonstruktion)
Die Technische Vorleistung für die stationäre Fertigung von MSR-Anlagen besteht aus zwei Teilkomplexen:

- der Konstruktion von Gefäßen (Schränke, Gestelle usw.), auch als Blechkonstruktion bekannt
- der Konstruktion von Verdrahtung innerhalb und außerhalb der Gefäße, auch als Verdrahtungskonstruktion bezeichnet.

Während die Blechkonstruktion, um keine Einschränkung vornehmen zu müssen, vollgrafischer Hilfsmittel bedarf, ist die Verdrahtungskonstruktion mit alphanumerischen Arbeitstechniken durchführbar.
Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Kopplung des Komplexes 3 (Zeichnungserstellung) mit dem Komplex 4 (Konstruktion). Das implementierte Programm verwirklicht dabei die Fähigkeit, auf Zeichnungen symbolisch dargestellte Leitungen zu verfolgen und in ihren Anfangs- und Endpunkten zu identifizieren. Das wiederum ist die Grundlage für die interaktive Bearbeitung der endgültigen Dokumentationsform — der Verdrahtungsliste.
Um, wie in der Einführungsliteratur für CAE-Systeme oft empfohlen, Redundanzen in den zu erzeugenden Unterlagen des vorhandenen TeVo-Prozesses vor der Entwicklung zu minimieren, ist auf einen Verdrahtungsalgorithmus nach Zusammengehörigkeitsnummern (Potentialnummern) verzichtet worden, zumal die Verdrahtung nach Potentialnummern im Gegensatz zur Verdrahtung nach zeichnerisch festgelegter Leitungsführung aus den verschiedensten Gründen Nachteile und technische Mängel zur Folge haben kann. Beispielhaft seien dafür genannt:

- Technologiewiderspiegelungen sind in der Automatisierungsanlage kaum möglich
- Nullschienenkomplexe erfordern eine besondere Leitungsführung, die bei Anwendung von Potentialnummern vom Projektanten nicht vorgebbar ist
- die Wartungsfreundlichkeit der Automatisierungsanlage durch gewollte Verdrahtungshierarchie ist nicht möglich
- Elektronikempfindlichkeiten sind dabei nicht durch vom Projektierungsingenieur vorgedachte Verdrahtungen kompensierbar
- es sind keine Sternverdrahtungen realisierbar
- Verdrahtungen außerhalb von Gefäßen sind besonders schwierig oder gar nicht konstruktiv bearbeitbar.

Deshalb ist nicht die Verdrahtung nach rechnerinternen Zufällen, sondern eine Verdrahtung entsprechend der grafisch dokumentierten Leitungsverbindungen als Lösungsansatz für diesen Komplex in Programme umgesetzt worden.

5. Komplex: Wartenprojektierung
Die Programme unterstützen die gesonderte Projektierung (getrennter Auftrag) von Warten in größeren Automatisierungsanlagen. Dabei wird besonders auf Recherche- und Vergleichsmöglichkeiten im Rechner orientiert, da dieser Komplex die Koordinierung der Aufgabenstellung, der dezentralen Automatisierungseinrichtungen und der Gefäßkonstruktion zu leisten hat.

6. Komplex: Projektkomplettierung
In diesem Komplex sollen alle Tätigkeiten in den Technischen Vorleistungen zusammengefaßt werden, deren Zeitverbrauch nicht erheblich ist. Dazu gehören die Stützungen solcher Tätigkeiten, wie

- Erarbeitung der Schilderliste
- Erstellen des Zeichnungsverzeichnisses
- technische Berechnungen usw.

Letzteres wurde im System „RUAP-MSR" bisher nicht realisiert.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Beitrags wurde anhand des Schnittstellenbildes (Bild) für eine CAE-Entstehungsspirale aufgezeigt, welche Betrachtungen einer Standardisierung für rechnerunterstützte Problembearbeitung (im vorliegenden Fall in den Technischen Vorleistungen des Automatisierungsanlagenbaus) vorausgehen sollten. Die vorgeschlagene Werkzeugentwurfsnotation (WEN) ist für einen Teil der in der Entstehungsphase zu durchlaufenden Schnittstellen eine Lösungsmöglichkeit im Sinne der Standardisierung und bedarf der Vervollkommnung mit Blick auf ähnlich gelagerte Lösungsansätze, wie der Spezifikationssprachen (SSA) [8] für Echtzeitrechnersysteme. Damit wäre schon in der Konzeptionsphase eine Kongruenz zwischen zukünftigen Methoden der Einsatzvorbereitung (Projektierung) von Echtzeitrechnersystemen (z. B. EPOS [10] und [11]) und den Methoden zur Rationalisierung der Ingenieurtätigkeit in den Technischen Vorleistungen durch Projektierungs- und Konstruktionswerkzeuge zu erwarten.
Die für die Entwicklungsphase wichtigen Standardisierungen müssen kurzfristig die möglichen Hochsprachen auf Portabilität der mit ihnen erzeugten Software untersuchen. Augenblicklich wird hier PASCAL mit einer „fast" portablen Software in allen drei Rechnerebenen (ESER, SKR, BC) und der Möglichkeit zur Einbindung von Grafikkernsystemen (GKS) für CAD-Anwendungen zu favorisieren sein. Dies entspricht auch internationalen Tendenzen [4]. Neben den genannten Gründen, die eine PASCAL-Anwendung rechtfertigen, sind diesen drei weitere hinzuzufügen:

- ihr strukturierender Charakter
- ihre selbstdokumentierende Eigenschaft
- ihr für die Behandlung alphanumerischer Probleme besonderer Zuschnitt.

Letzterer ist gerade für CAE-Systeme besonders interessant, da hier die Verarbeitung numerischer Algorithmen aus der Mathematik, der Physik und der Mechanik von untergeordneter Bedeutung ist. Eine mögliche Nachfolgesprache ist in MODULA 2 zu sehen.
Betrachtet man den Zeitraum der nächsten zehn bis fünfzehn Jahre, so werden auch solche Hochsprachen in ihrer Bedeutung für CAE-Systeme sinken, weil Spezifikationssprachen (die in Anlehnung an umgangssprachliche Kommunikationsformen entstehen) ihre Funktion übernehmen. Mit Blick auf diese Entwicklung ist die vorgestellte Werkzeugentwurfsnotation (WEN) eine längerfristig weiterzuentwickelnde Konzeptspezifikationsform. In ihr ist der Zwang zur eindeutigen Formulierung von Werkzeugkonzepten angelegt. Die immer schneller fortschreitende Einführung von Projektierungs- und Konstruktionswerkzeugen erfordert dafür ebenfalls eine Rechnerunterstützung. Damit muß die weiterzuentwickelnde WEN zu einem alle vier Entstehungsphasen begleitenden Arbeitsmittel werden. Ein entwurfsorientiertes System, wie es durch EPOS verkörpert wird, ist auch hier die folgerichtige Fortführung dieser Entwicklungslinie. Von dort bis zur Einführung von Expertensystemen unter Verwendung sogenannter „Denkzeuge" ist eine gerade Entwicklungslinie zu erkennen. Das heißt, bei konsequentem Beschreiten dieses Entwicklungsweges kommt der Anwender von Projektierungs- und Konstruktionswerkzeugen in die Rolle des Werkzeugentwicklers. Mit der rechnerunterstützten Entwicklung von Projektierungs- und Konstruktionswerkzeugen ist eine flexible Palette von Rationalisierungsmöglichkeiten der ingenieurtechnischen Tätigkeiten zu erwarten. Diese Entwicklung ist nur mög-

lich, wenn parallel dazu die heute an der Werkzeugentwicklung beteiligten Softwareentwickler die Programme immer mehr auf der Basis von Softwarewerkzeugen mit großer Verbreitung erzeugen und sich für die Entwurfsphase über einen längeren Zeitraum betrachtet entbehrlich machen. Das heißt, sie sind aufgerufen, sich selbst „wegzurationalisieren" und damit ihre Arbeitskraft für die Entwicklung von Expertensystemen und anderer Software freizusetzen. Damit wird als Nebeneffekt zukünftigen Softwarekrisen vorgebeugt.

Literatur

[1] *Schmiele, J.:* Ein Beitrag zur Rationalisierung der Projektierung von Automatisierungsanlagen durch den Einsatz von Rechentechnik. Dissertation A, TH Leipzig 1987.
[2] *Müller, R.:* Projektierung von Automatisierungsanlagen. 2. Auflage. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
[3] *Schmiele, J.:* Grundlagen und Wirkprinzipien des CAE-Systems RUAP-MSR zur Ausführungsprojektierung von MSR-Anlagen. Wissenschaftliche Berichte der TH Leipzig zur 5. Wissenschaftlichen Konferenz „Anlagenautomatisierung" (1986) 4.
[4] *Spur, G.; Krause, F.-R.:* Aufbau und Einordnung von CAD-Systemen. VDI-Berichte Nr. 413 (1981), S. 1–18.
[5] *Steinbuch, P. A.:* Grundlagen der Dialogorganisation. buerotechnik (1979) 4 bis 10.
[6] *Nottebohm, H.:* Wie soft ist Software? Regelungstechnische Praxis 25 (1983) 4, S. 148.
[7] *Hafner, I.; Imker, H.:* Elektronische Datenverarbeitung in mittleren Unternehmen. Einführung – Betrieb – Kritik. München/Wien: R. Oldenbourg Verlag 1978.
[8] *Koch, W.:* Ein Beitrag zur Entwicklung entwurfsunterstützender Spezifikationssprachen für Automatisierungssysteme. Dissertation, Universität Stuttgart 1979.
[9] *Ehlert, H.-H.; Schmiele, J.:* Anwendungsbeispiel für CAE-Arbeitsplätze in der Anlagenautomatisierung. msr, Berlin 28 (1985) 8, S. 112–115.
[10] *Biewald, J.:* Dokumentation von Automatisierungssoftware – Zwang zur Rechnerstützung? Regelungstechnische Praxis 25 (1983) 6, S. 238–243.
[11] *Lauber, R.*, u. a.: EPOS-Einführung. Institut für Regelungstechnik und Prozeßautomatisierung der Universität Stuttgart und Gesellschaft für Prozeßrechnerprogrammierung mbH (BRD) 1983.
[12] *Schmiele, J.*, u. a.: Kleinrechnergestützter Projektierungsprozeß für MSR-Anlagen (Kraftwerke), 2. Ausbaustufe. Unveröffentlichter Abschluß (E 5)-Bericht des EAB-ZFT/EA (ehemals GRW Teltow, BT Berlin). März 1985.
[13] *Stechert, H.:* Erarbeiten von Funktionsschaltplänen. msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 251–255.

msr 8600

G. Müller

Rechnergestütztes System der Planung des Auftragsdurchlaufs in der Projektierung von Automatisierungsanlagen

0. Einleitung

Die gegenwärtige Entwicklungsetappe ist von der Notwendigkeit der intensiv erweiterten Reproduktion geprägt [1]. Das schließt die umfassende Intensivierung des Investitionsprozesses ein. Dabei besteht eine Aufgabe in der Erarbeitung wissenschaftlich begründeter Planungs- und Leitungsinstrumentarien, die als Beratungssysteme rechnergestützt aufgebaut werden [2]. Sie tragen zur Erschließung von Leistungs- und Effektivitätsreserven und folglich zur Rationalisierung der Projektierung von Automatisierungsanlagen (AA) und zum effektiveren Einsatz vorhandener Projektierungskapazitäten bei [3].
Diese Systeme leisten einen Beitrag zur Intensivierung der Leitungstätigkeit, Objektivierung von Entscheidungen und zur Reduzierung des bisherigen Planungsaufwandes.
Derartige rechnergestützte Systeme gehören zur Gruppe der CAP-Systeme (CAP Computer Aided Planning) [4].
Im Beitrag wird eine Analyse und mathematische Beschreibung des Auftragsdurchlaufs in der Projektierung von AA gegeben. Als Beschreibungsmittel dient die Bedienungstheorie [5] bis [7].
Ausgehend von der Darstellung der allgemeinen Methodik der simulativen Entscheidungsfindung erfolgt die Problem- und Zielformulierung. Ihr schließt sich eine Struktur- und Funktionsanalyse an. Der Hauptteil enthält die Formalisierung und Modellierung. Sie münden im Bedienungsersatzbild für die Ausführungsprojektierung von AA. Das Simulationsprogrammsystem und Ergebnisse werden vorgestellt.

1. Rationalisierung der Projektierung

In den Projektierungsphasen Konzipierung, Entwurf und Ausführungsprojektierung, die in [8] und [9] ausführlich erläutert sind, wird qualitativ und quantitativ der überwiegende Anteil der technischen Vorleistungen für die nachfolgende Realisierung und Nutzung einer AA erbracht. Die Untersuchungen konzentrieren sich auf die Ausführungsprojektierung von Mikrorechner-Automatisierungsanlagen (MR-AA) [10]. Für die Rationalisierung und Effektivierung der Projektierung von MR-AA gibt es zwei grundsätzliche Wege:

A. Automatisierung der Projektierungstätigkeiten in den o. g. Phasen

Diese Aufgabe ist nur durch den umfassenden Einsatz der Mikro-, Mini- und Großrechner in den Projektierungsbüros lösbar.

Dr. sc. techn. *Günter Müller* (41) studierte von 1964 bis 1969 Regelungstechnik an der TH „Otto von Guericke" Magdeburg (THM). 1969 bis 1972 planmäßige Aspirantur und Promotion A am Moskauer Energetischen Institut, Fakultät für Automatisierungs- und Rechentechnik. 1972 bis 1980 wissenschaftlicher Assistent an der THM, Sektion Technische Kybernetik und Elektrotechnik (TK/ET), Wissenschaftsbereich Regelungstechnik und Prozeßsteuerungen (RT/PS). 1980 bis 1983 Projektingenieur für Prozeßrechentechnik im VEB Geräte- und Regler-Werke „Wilhelm Pieck" Teltow. Seit 1984 wissenschaftlicher Oberassistent an der THM (seit 23. März 1987 Technische Universität), Sektion TK/ET, Wissenschaftsbereich RT/PS. 1986 Promotion B.

Mit dem Aufbau rechnergestützter Arbeitsplätze (CAD-Systeme) für den Projektanten zur Dialog-Projektierung kann auf diesem Gebiet ein Durchbruch erzielt werden [11] und [12].
Die CAD-Systeme werden z. B. für die Lösung folgender Aufgaben erfolgreich eingesetzt:

- Entwurf von Regelungs- und Binärsteuerungssystemen
- Dimensionierung wichtiger Auslegungsaspekte:
  - Topologie der AA, d. h. optimale räumliche Anordnung wichtiger Einrichtungen
  - Zuverlässigkeit der AA (Kanal-, Systemzuverlässigkeit)
  - Datenübertragungssystem in MR-AA
  - MR-Informationsverarbeitungseinrichtungen (Echtzeit)
  - System der Mensch-Anlage-Kommunikation
  - Einrichtungen des prozeßnahen Bereiches u. a.
- Auswahl, Spezifizierung und Kombination funktionserfüllender Komponenten der Hard- und Software
- Funktionsschaltpläne, Stromlaufpläne, Übersichtsschaltpläne, Kontaktabsicherung, Kontaktbelastung und Modulstromversorgung
- Strukturpläne, Funktionsschemata u. a.
- Anfertigung der Ergebnisdokumentationen Grundkonzept, Automatisierungskonzeption und MSR-Ausführungsprojekt [8].

B. Rechnergestützte Entscheidungsvorbereitung im Prozeß der Planung und Leitung der vorhandenen Projektierungskapazität (Planungs- und Leitungsinstrumentarien) [8]

Für den Einsatz von CAP-Systemen auf der Basis der modernen Rechentechnik und unter Anwendung mathematischer Methoden sprechen vor allem folgende Gründe:

- die mit der Einführung von MR-AA erforderliche hohe Komplexität und Flexibilität im Entscheidungsprozeß zur Auftragsbearbeitung
- Verringerung von Routinearbeiten im Planungs- und Leitungsprozeß
- Objektivierung der zu treffenden Entscheidungen und möglichst vollständige Nutzung der Entscheidungsräume
- Durchsetzung der technischen Politik eines Projektierungsbetriebes, die in der zielgerichteten Orientierung auf Planungs- und Leitungsmaßnahmen zur Erreichung des höchsten Effekts besteht
- Vollständige Erschließung und Nutzung von Leistungs- und Effektivitätsreserven, d. h. bessere Beherrschung des Intensivierungsprozesses
- Objektivierung von Entscheidungen zur (vorübergehenden) Strukturänderung im Projektierungsbereich infolge Veränderung der Auftragslage als Ergebnis der Wirtschafts- und Handelspolitik
- Ableitung effektivitätssteigernder Anforderungen an die Projektierungsaufträge.

2. Beschreibung des Auftragsdurchlaufs mit der Bedienungstheorie

2.1. *Modelle zur Beschreibung des Auftragsdurchlaufs*

Zur Lösung der Aufgabe sind mathematische Modelle erforderlich. Analytische Modelle scheiden aus folgenden Gründen aus [13]:

- hohe Komplexität des Projektierungsprozesses und Einhaltung einer Reihe von Voraussetzungen
- Unmöglichkeit der Beschreibung aller Zusammenhänge zwischen den Zustandsgrößen, Parametern, Eingangsinformationen und Anfangsbedingungen des Projektierungsprozesses mit analytischen Ausdrücken
- geringe Möglichkeiten der Widerspiegelung struktureller Details
- sehr hoher rechentechnischer Aufwand für die Lösung
- Stochastik und Unschärfe der Eingangsinformationen
- analytische Lösung des Modells ist nur mit einschränkenden Voraussetzungen (vereinfachenden Annahmen) möglich, wodurch die Ergebnisse in Frage gestellt werden bzw. stark fehlerbehaftet sein können.

Für die Modellierung sind algorithmische Modelle geeignet. Sie spiegeln den realen Projektierungsprozeß in Form von struktur- und zeitgerechten Wertveränderungen der einzelnen Zustandsvariablen in Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen, Parametern und Eingangsinformationen mittels elementarer Operationen und Bedingungen in algorithmischer Verknüpfung wider [8]. Da die Ergebnisfindung auf großen EDV-Anlagen erfolgt, handelt es sich um Simulationsmodelle [14].
Die Vor- und Nachteile der simulativen Verhaltensanalyse mit Digitalrechnern sind aus der Literatur bekannt [13].

Vorteile:

1. Hohe Komplexität des Analysegegenstandes (Projektierungsprozeß) möglich
2. Hilfsmittel der Erkenntnisgewinnung, Entscheidungsvorbereitung und -findung, der Gestaltung und Rationalisierung technischer und wirtschaftlicher Prozesse
3. Vergleich verschiedener Strategien bei der Auftragsdurchlaufplanung und ihrer Auswirkungen auf die Einhaltung der Termine und die Belastung der Struktureinheiten im Projektierungsbereich
4. Die statistischen Verteilungen der Einflußgrößen müssen nicht in analytischer Form vorliegen, sondern es genügen durch Beobachtung gewonnene Wertetabellen. Somit besteht nicht der Zwang nach scharfen idealisierenden Voraussetzungen bezüglich verwendbarer Verteilungsgesetze, d. h., reale Bedingungen können weitgehend nachgebildet werden.
5. Möglichkeit des Experimentierens mit Simulationsmodellen, d. h., Leitungsentscheidungen werden aufgrund objektivierter Kriterien gefällt. Durch die Nutzung der Methode des Experiments am Modell werden die Auswirkungen beliebiger Planungs- und Leitungsentscheidungen am realen Prozeß imitiert und effektive Lösungen gefunden.

Nachteile:

1. Relativ hoher Verarbeitungsaufwand für die Simulationsexperimente, d. h., bei der Durchführung der Simulationsexperimente fehlt z. Z. eine hohe operative Flexibilität
2. Kein Dialogbetrieb mit dem Digitalrechner zur effektiven Durchführung der Simulationsexperimente.
3. Notwendig ist eine kritische und sorgfältige Einschätzung der Simulationsergebnisse, da alle Aussagen nur unter der Voraussetzung gelten, daß das algorithmische Modell eine gültige Widerspiegelung des objektiven Prozesses ist. Es besteht die Gefahr, voreilig falsche Schlußfolgerungen zu ziehen.

2.2. *Methodik der simulativen Entscheidungsfindung*

Die Hauptschritte der simulativen Verhaltensbeschreibung sind im Bild 1 dargestellt [13].
Parallel zur Prozeßanalyse und Modellierung erfolgt die Beschaffung von Daten aus dem Realsystem für das Bedienungsmodell und die Aufstellung eines Experimentenplanes [8]. Aus Platzgründen wird an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen.

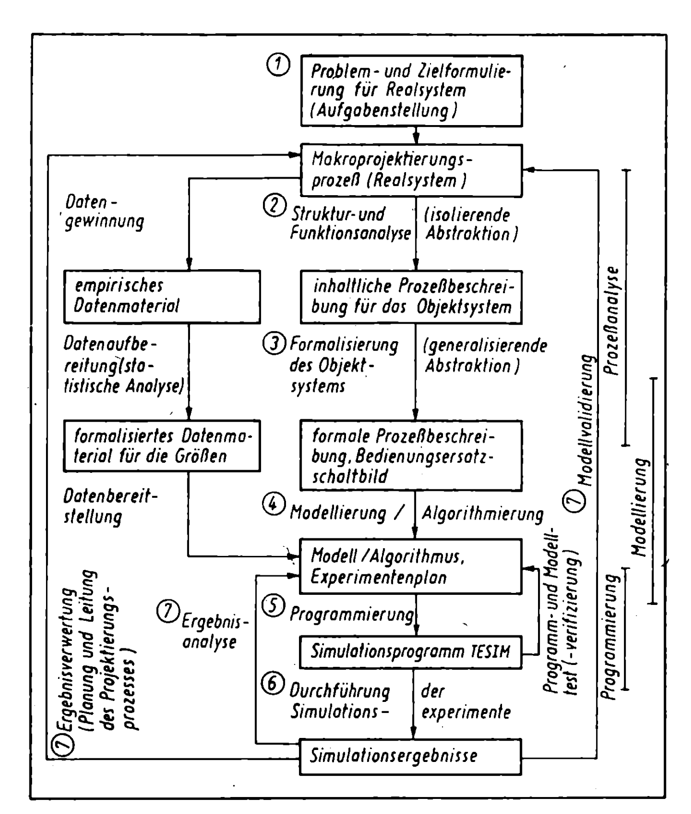


Bild 1. Hauptschritte der simulativen Verhaltensbeschreibung

3. Entwicklung eines CAP-Systems

3.1. *Problem- und Zielformulierung für das Realsystem*

Das Hauptziel besteht im Aufbau eines rechnergestützten Beratungssystems (CAP) zur Entscheidungsvorbereitung zum effektivsten Einsatz vorhandener Projektierungskapazität bei gegebenen Auftragssituationen und Automatisierungsmitteln (z. B. Mikrorechner-Automatisierungssysteme). Die wichtigste Zielgröße ist die Einhaltung einer vorgegebenen mittleren Bearbeitungszeit (Verweildauer) eines Auftrages zur Ausführungsprojektierung. Ein weiteres Ziel besteht darin, die vorhandene Projektierungskapazität möglichst vollständig und gleichmäßig zu nutzen. Das bedeutet, daß alle Mitarbeiter in der Projektierung entsprechend ihrer Arbeitsaufgabe und Qualifikation normativ beschäftigt sind. Es wird weiterhin angestrebt, möglichst keine Unterbrechung laufender Projektierungsarbeiten vorzunehmen.
Das Ziel der Erarbeitung von rechnergestützten Planungs- und Leitungsinstrumentarien für den effektivsten Einsatz der Projektierungskapazität ist durch Simulationsexperimente zu erreichen. Eine wichtige Voraussetzung besteht in der Untersuchung des stationären Verhaltens des Projektierungsprozesses, d. h., der Übergangsprozeß, z. B. bei der Einführung eines neuen Erzeugnissystems, einer neuen Projektierungstechnologie usw., wird zunächst nicht betrachtet. In letzter Konsequenz geht es um die Ausschöpfung der beiden folgenden Möglichkeiten zur Beeinflussung des Projektierungsprozesses:

- Optimale Steuerung der Auftragsbearbeitung bei gegebener Struktur des Projektierungsbereiches, bekannter Projektierungstechnologie und Auftragssituation zur bestmöglichen Nutzung der Projektierungskapazität
- Veränderung (vorübergehend oder von Dauer) der Struktur des Projektierungsbereiches zur optimalen Nutzung der Projektierungskapazität.

In beiden Fällen geht es um die Effektivierung des Projektierungsprozesses.

3.2. *Struktur- und Funktionsanalyse*

Die Ausführungsprojektierung und Realisierung von MR-AA erfolgen in den im Bild 2 dargestellten zeitlichen Etappen. Der Auftragsdurchlauf im Projektierungsbereich ist folgender (Bild 3):

- Registrierung und Sichtung der Aufträge, Klärung der Vertragsabschlußvoraussetzungen, rechnergestützte Ermittlung der notwendigen Projektierungsleistungen, Aufteilung der Aufträge auf die Projektierungshauptabteilungen (Dispatcherfunktionen)
- Verwaltungstechnische Bearbeitung der Auftragsunterlagen in den Lenkungsgruppen der Hauptabteilungen und Weitergabe an die Projektierungsgruppen
- Projektseitige Bearbeitung der Aufträge in einer oder in mehreren Projektierungsgruppen
- Konstruktive Bearbeitung der angearbeiteten MSR-Projekte in Konstruktionsgruppen

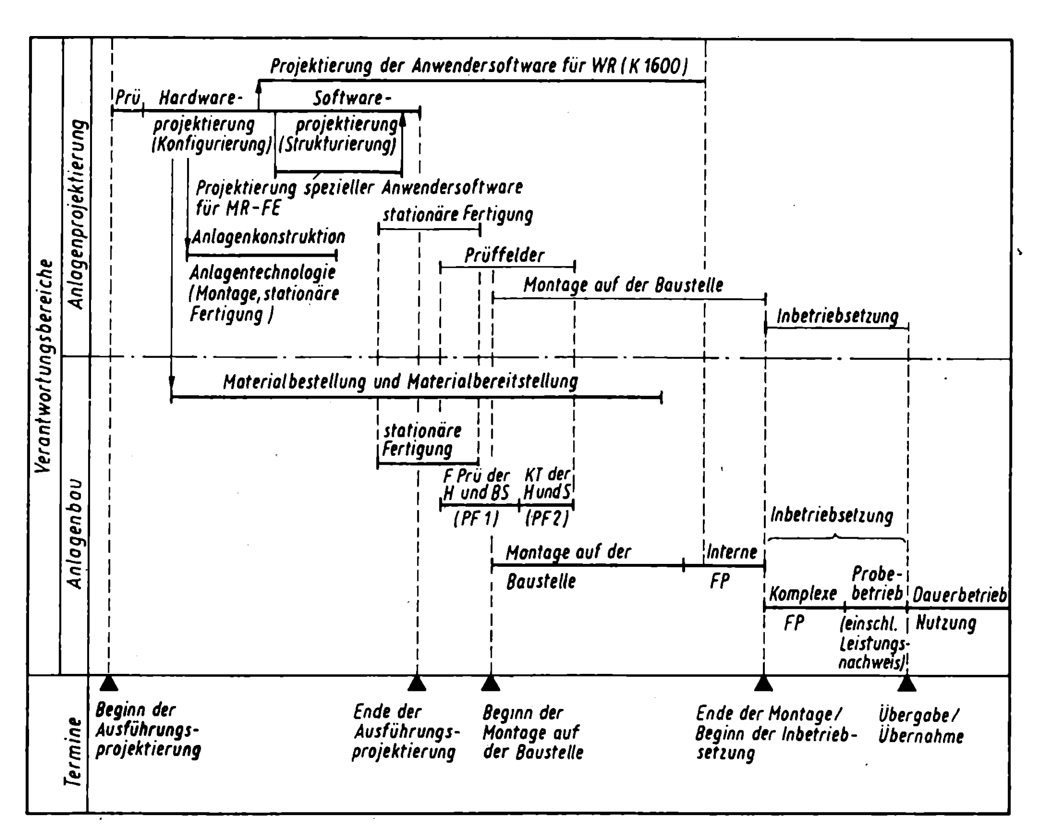


Bild 2. Etappen und Arbeitsteilung in der Ausführungsprojektierung und Realisierung von MR-AA

——— Hauptverantwortung;
——— Mitwirkung (ständig, bei Bedarf);
BS Betriebssysteme; FE MR-Funktionseinheiten; FP Funktionsprobe (interne, komplexe); FPrü Funktionsprüfung; H Hardware; KT Komplextest; PF Prüffeld; Prü Prüfung der Arbeitsunterlagen; S Software; WR Wartenrechner

– Technologische Bearbeitung der angearbeiteten MSR-Projekte in Technologiegruppen (Technologie der stationären Fertigung, Montagetechnologie)
– Alle vervielfältigungsfähigen Unterlagen aus den Bearbeitungsgruppen werden der Originalannahme in der Vervielfältigungsstelle übergeben
– Vervielfältigung der Projekt- und Ausführungsunterlagen, Registrierung, Verteilung und Archivierung der MSR-Ausführungsprojekte.

Die Ausführungsprojektierung erfolgt in mehreren aufeinanderfolgenden und parallelen Schritten durch unterschiedliche Struktureinheiten. Der Projektierungsbereich stellt ein Bedienungssystem dar, das durch folgende Eigenschaften charakterisiert werden kann [13]:

– offenes Bedienungssystem
– mehrphasiges Bedienungssystem
– mehrkanalige Bedienungseinrichtungen
– gemischtes Bedienungssystem.

Nur bei bestimmten Voraussetzungen bestehen Möglichkeiten der mathematisch-analytischen Modellierung und Optimierung solcher Systeme. Die Simulation findet hier ein weites Anwendungsfeld.

3.3. *Formalisierung und Algorithmierung*

3.3.1. Forderungsquelle und Forderungssenke

Die gesamte Volkswirtschaft stellt die Forderungsquelle und -senke dar. Die Wirtschaftseinheiten (Kombinate, Betriebe) unterscheiden sich nach Anzahl und Größe sowie danach, inwieweit die technologischen Anlagen und die darin ablaufenden Prozesse einer Automatisierung bedürfen. Deshalb sind die Auftragsströme F_1^* bis F_n^* aus den technologischen Linien hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens, der Anzahl und Art der zu projektierenden Automatisierungsfunktionen unterschiedlich. Exportaufträge können wie Inlandsaufträge behandelt werden. Bild 4 zeigt das Ersatzschaltbild für die Forderungsquelle.
Der Strom der bedienten Aufträge, d. h. der Projektstrom P, teilt sich auf in die Projektströme P_1 bis P_n für die technologischen Linien der Volkswirtschaft. Sie verkörpert mit den erweiterten und erneuerten Grundfonds die Forderungssenke.

3.3.2. Forderungsstrom und Projektstrom

Die nachstehenden Betrachtungen beschreiben den Ankunfts- und Abgangsprozeß des Bedienungssystems. Der beim Auftragseingang eintreffende Summenforderungsstrom F^* teilt sich in einen Strom abgewiesener Aufträge und einen Projektierungsauftragsstrom F, der bedient wird. Der Grund für die Abweisung von Aufträgen liegt in der Nichterfüllung der Bedingungen für den Vertragsabschluß. Hinsichtlich des Verhaltens der Forderungen im Warteraum handelt es sich um ein Warte-/Verlust-System. Die abgewiesenen Aufträge können in gleicher oder veränderter Form zu einem späteren Zeitpunkt wieder im Summenforderungsstrom F^* enthalten sein. Die erneute Prüfung entscheidet darüber, ob die betreffenden Aufträge in die Ausführungsprojektierung eingesteuert oder erneut abgewiesen werden.
Für die weiteren Untersuchungen wird angenommen, daß es sich bei dem Auftragsstrom um einen Poissonschen Forderungsstrom handelt [13].

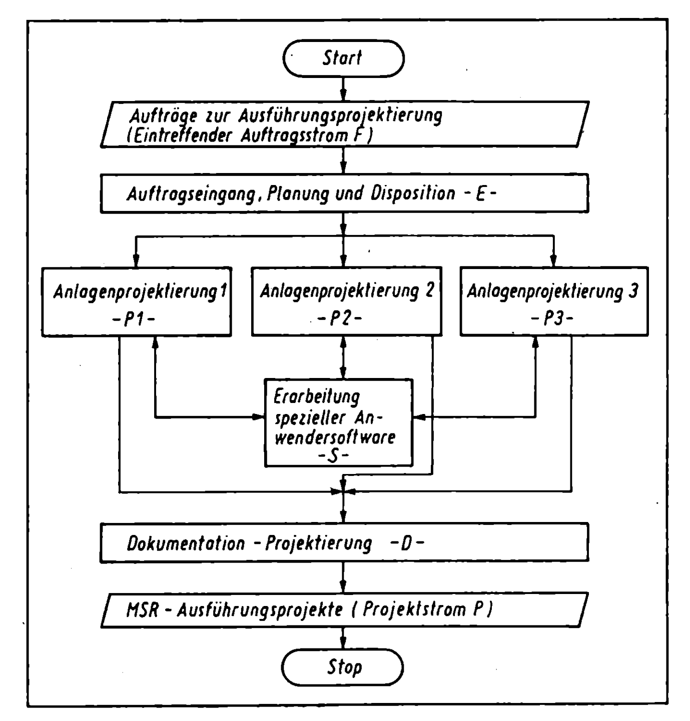


Bild 3. Auftragsdurchlauf im Projektierungsbereich (Beispiel) ▼

Der Projektierungsauftragsstrom F ist durch folgende Größen gekennzeichnet:

x Anzahl der Aufträge, die in der Zeitdauer t eintreffen; t_e zeitlicher Ankunftsabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden

Aufträgen

$$t_{ek} = t_{k+1} - t_k; \qquad k = 1, 2, 3, \ldots; \qquad t_e \geqq 0\,. \tag{1}$$

$E(t_e) = T_e$ Erwartungswert der Ankunftsabstände der aufeinanderfolgenden Aufträge

Daraus ergibt sich die Ankunftsrate der Aufträge zu

$$\lambda = \frac{1}{E(t_e)} = \frac{1}{T_e}\,. \tag{2}$$

Nimmt man an, daß die n eintreffenden Einzelforderungsströme F_1 bis F_n mit den Ankunftsraten $\lambda_1, \ldots, \lambda_n$ aus den technologischen Linien voneinander unabhängig sind, so entsteht der eintreffende Auftragsstrom F mit der Ankunftsrate

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n\,. \tag{3}$$

Die eintreffenden Aufträge haben die Eigenschaften:

- Die Aufträge treffen zeitlich nacheinander ein, d. h., die Forderungen treten einzeln auf. Eine gruppenweise Ankunft von Aufträgen wird nicht ausgeschlossen.
- Es handelt sich um ungleichartige Forderungen. Sie sind gekennzeichnet durch die Verschiedenartigkeit der Ankunftsabstände, denn hierbei handelt es sich um eine Zufallsgröße. Außerdem sind die Aufträge durch unterschiedliche Bedienungszeiten gekennzeichnet. Auch die Bedienungszeit ist eine Zufallsgröße. Sie hängt hauptsächlich von der Art, der Anzahl und dem Schwierigkeitsgrad der zu projektierenden Automatisierungsfunktionen ab.

Der Projektierungsauftragsstrom wird nach bestimmten Aspekten auf die Hauptabteilungen $P1$ bis $P3$ aufgeteilt.

Am Ausgang des Bedienungssystemnetzes gibt es den Strom der bedienten Aufträge, der als Strom der MSR-Ausführungsprojekte (Projektstrom) in Erscheinung tritt. Er ist durch folgende Kenngröße charakterisiert:

y Anzahl der Ausführungsprojekte, die in der Zeitdauer t fertiggestellt wurden; t_a zeitlicher Fertigmeldeabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausführungsprojekten; $E(t_a) = T_a$ Erwartungswert der Fertigmeldeabstände.

Man kann damit die Fertigstellungsrate φ der Ausführungsprojekte definieren

$$\varphi = \frac{1}{E(t_a)} = \frac{1}{T_a}\,. \tag{4}$$

3.3.3. Warteräume

In dem Bedienungssystemnetz enthält jede Bedienungseinrichtung einen Warteraum. Außerdem gibt es Einrichtungen, die nur als Warteraum charakterisiert werden können. Der Warteraum dient zum zeitweiligen Aufenthalt von Aufträgen, die aus bestimmten Gründen nicht sofort bedient werden können. In den Warteräumen werden unterschiedliche Verwaltungsarbeiten durchgeführt.

Der Warteprozeß wird durch folgende Kenngrößen charakterisiert:

l_w Anzahl der in einer Warteschlange wartenden Aufträge (prioritätsbehaftet)

$l_{w\,max}$ maximale Anzahl der wartenden Aufträge (maximale Warteschlangenlänge)

$E(l_w) = L_w$ Erwartungswert der Anzahl der in der Schlange wartenden Aufträge (mittlere Warteschlangenlänge)

t_w Wartezeit eines Auftrags in der Warteschlange bis zum Bedienungsbeginn, $t_w > 0$

$E(t_w) = T_w$ Erwartungswert der Wartezeiten der Aufträge in der Schlange.

Es gilt:

$$T_w = E(t_w) = \frac{L_w}{\lambda}\,. \tag{5}$$

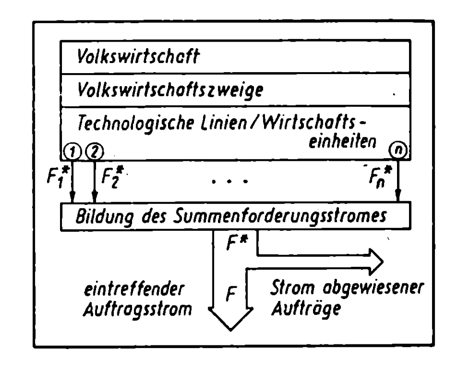
Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Kenngrößen für alle Prioritätsklassen existieren.

Im Bedienungssystemnetz gibt es Bedienungseinrichtungen mit den Warteordnungen

- wer zuerst kommt, wird zuerst bedient (first in — first out, FIFO)
- Bedienung nach der Priorität.

Es handelt sich also immer um geordnete Warteschlangen. Die Aufträge im eintreffenden Auftragsstrom sind mit Prioritäten versehen. Grundsätzlich erfolgt die vorrangige Bearbeitung eines Auftrages mit höherer Priorität. Es bilden sich deshalb verschiedene Warteschlangen der Klassen $K_1, K_2, \ldots, K_n$. Dabei hat vereinbarungsgemäß die Klasse K_1 die höchste Priorität. In der

Bild 4. Ersatzschaltbild für die Forderungsquelle



Ausführungsprojektierung von MR-AA gibt es nur Aufträge mit nicht unterbrechender oder relativer Priorität, d. h., Aufträge höherer Prioritätsklassen werden vorrangig bearbeitet, aber die Bearbeitung eines Auftrages niedrigerer Priorität wird nicht unterbrochen, sondern erst zu Ende geführt. Die Größe des Auftrags hat keinen Einfluß auf die Priorität. Aufträge gleicher Priorität werden in der Reihenfolge ihres Eintritts in das Bedienungssystemnetz in Warteschlangen der betreffenden Prioritätsklasse eingeordnet.

Interessant für die Planungs- und Leitungsstrategie ist die Wartewahrscheinlichkeit P_w, d. h., die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Auftrag einer bestimmten Prioritätsklasse in einem Warteraum eine bestimmte Zeitdauer auf die Bearbeitung warten muß. Für die Wartewahrscheinlichkeit muß gelten

$$P_w = P(t_w > 0)\,. \tag{6}$$

In jedem Warteraum des Bedienungssystemnetzes gibt es praktisch unendlich viele Warteplätze, d. h. $l_w \to \infty$. Wegen der Simulation ist l_w auf einen großen, aber endlichen Wert zu begrenzen.

3.3.4. Bedienungsknoten und Bedienungskanäle

Bei der Definition der Bedienungskanäle der einzelnen Bedienungsknoten sind zwei sich entgegengesetzt verhaltende Aspekte zu beachten:

- Der Modellierungs-, Datenbeschaffungs-, Programmierungs-, Simulations- und Auswerteaufwand soll in vertretbaren Grenzen liegen.
- Die Aussagefähigkeit der Simulationsergebnisse muß die Anforderungen an rechnergestützte Planungs- und Leitungsinstrumentarien, d. h. an den Verwendungszweck, erfüllen.

Folgende Gesichtspunkte wurden bei der Festlegung des Bedienungskanals berücksichtigt:

- kleinste Struktureinheit in der Hierarchie des Projektierungsbereiches
- geringe Ausfallwahrscheinlichkeit (praktisch Null) des Bedienungskanals
- Gleichartigkeit der Bedienungskanäle
- gleiche durchschnittliche Leistungsfähigkeit der Bedienungskanäle.

Im Ergebnis der Untersuchungen wird die Gruppe als Bedienungskanal definiert. Die Sollstärke einer Gruppe beträgt z. B. 10 Arbeitskräfte. Die Gesamtheit gleichartiger Gruppen ist identisch mit dem Bedienungsknoten. Das kann z. B. eine Hauptabteilung sein. Ein Bedienungsknoten kann aus s Bedienungskanälen bestehen.

In der technischen Vorbereitung können spezialisierte Bedienungskanäle auftreten. Sie können nur bestimmte Forderungsarten bedienen, z. B.

- Projektierung herkömmlicher Gerätetechnik (Meß- und Stelleinrichtungen, verdrahtungsprogrammierte Binärsteuerungen u. a.)
- Erarbeitung der Ausrüstungsdokumentation (Hardwareprojektierung)
- Erarbeitung der Strukturierdokumentation (Softwareprojektierung)
- Projektierung von spezieller Anwendersoftware
- Projektierung von Anwendersoftware für einen Wartenrechner
- Anlagenkonstruktion
- Anlagentechnologie
- Projektierung von Binärsteuerungsanlagen.

Der Bedienungsprozeß (bezogen auf einen Bedienungskanal) wird durch folgende Größen charakterisiert:

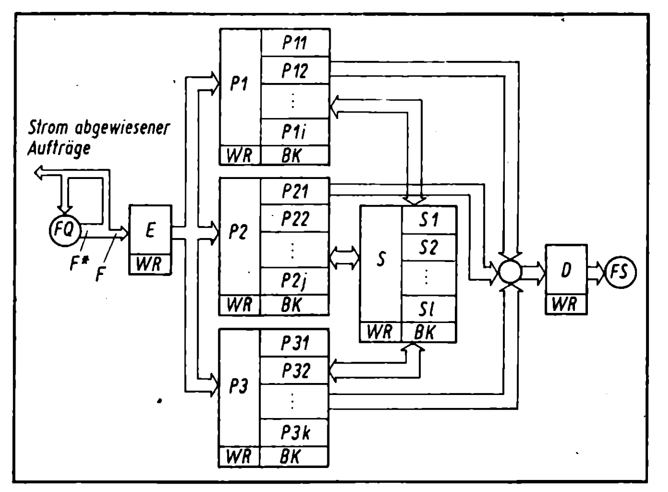


Bild 5. Vereinfachtes Bedienungsersatzschaltbild der Ausführungsprojektierung von MR-AA (Beispiel)

BK Bedienungsknoten; FQ Forderungsquelle; FS Forderungssenke; WR Warteraum; D Projektdokumentation; E Auftragseingang; P Anlagenprojektierung; S Erarbeitung spezieller Anwendersoftware

t_b Bedienungszeit, Zeitdauer vom Beginn bis zum Ende der Bedienung (Zufallsgröße), $t_b > 0$

$E(t_b) = T_b$ Erwartungswert der Bedienungszeiten der einzelnen Aufträge

l_b Anzahl der in der Bearbeitung befindlichen Aufträge

$E(l_b) = L_b$ Erwartungswert der Anzahl der in der Bearbeitung befindlichen Aufträge

η_b Auslastungsgrad eines Bedienungsknotens

$$\eta_b = \frac{L_b}{s} \; (\eta_b < 1) \, . \tag{7}$$

Bei exakter Betrachtung ist zu berücksichtigen, daß die Leitprojektanten in den Realisierungsphasen

- stationäre Fertigung und Prüfung
- Anlagenmontage und -prüfung
- Inbetriebsetzung

mitwirken, so daß die Bedienungszeiten um einen bestimmten Wert vergrößert werden.
Damit der Auslastungsgrad $\eta_b \to 1$ geht, muß die Wartewahrscheinlichkeit $P_w \to 0$ streben.
Die Bedienungsrate

$$\mu = \frac{1}{E(t_b)} = \frac{1}{T_b} \tag{8}$$

charakterisiert die Anzahl Aufträge, die von einem Bedienungskanal bei ununterbrochener normativer Bearbeitung in der Zeiteinheit bedient werden.
Für den Spezialfall exponentiell verteilter Bedienungszeiten gilt:

- Verteilungsfunktion P

$$P(t_b \leqq t) = F(t) = \begin{cases} 0 & \text{für} \quad t < 0 \\ 1 - e^{-\mu t} & \text{für} \quad t \geqq 0 \end{cases} \tag{9}$$

- mittlere Bedienungszeit T_b

$$E(t_b) = T_b = \int_0^\infty t \, dF(t) = \frac{1}{\mu} \tag{10}$$

- Belastung einer Bedienungseinrichtung ϱ,

$$\varrho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{E(t_b)}{E(t_e)} = \frac{T_b}{T_e} \, . \tag{11}$$

Die Belastung ist eine Leistungskenngröße zur quantitativen Bewertung des Bedienungsprozesses. Ein Ziel der Anwendung rechnergestützter Entscheidungsmittel besteht in der Maximierung der Belastung der einzelnen Bedienungskanäle, d. h.

$$\varrho \to 1 \, .$$

3.3.5. Bedienungseinrichtung

Die Bedienungseinrichtung besteht i. allg. aus einem Warteraum und einem Bedienungsknoten, der mehrere Bedienungskanäle haben kann. Die Gesamtheit des Warte- und Bedienungsprozesses stellt den Verweilprozeß dar. Er gibt Auskunft über die Zeitdauer des Aufenthaltes von Aufträgen in einer Bedienungseinrichtung.
Der Verweilprozeß wird durch folgende Größen charakterisiert:

t_v Verweilzeit eines Auftrages in der Struktureinheit, $t_v = t_w + t_b$

$E(t_v) = T_v$ Erwartungswert der Verweilzeiten der einzelnen Aufträge

$$T_v = E(t_w) + E(t_b) = T_w + T_b \tag{12}$$

l_v Anzahl der in der Bedienungseinrichtung verweilenden Aufträge

$E(l_v) = L_v$ Erwartungswert der Anzahl der in der Ressource verweilenden Aufträge

$$L_v = E(l_w) + E(l_b) = L_w + L_b \, . \tag{13}$$

Es gilt

$$T_v = \frac{L_v}{\lambda} \, . \tag{14}$$

Bestimmte Aufträge dürfen eine festgelegte Bearbeitungszeit, die Grenzverweilzeit $t_{v\,max}$, nicht überschreiten

$$t_v < t_{v\,max} (T_v < T_{v\,max}) \, . \tag{15}$$

Es handelt sich, bezogen auf das Bedienungssystemnetz, folglich um die Minimierung der Gesamtdurchlaufzeit eines priorisierten Auftragsstromes.
Die quantitative Bewertung des Verweilprozesses kann mit dem Verweilfaktor V als Leistungskenngröße erfolgen

$$V = \frac{E(t_v)}{E(t_b)} = \frac{T_v}{T_b} = \frac{T_w + T_b}{T_b} \, . \tag{16}$$

Bei $T_w \to 0$ wird $V \to 1$, d. h., die Auftragsbearbeitung wird am effektivsten, wenn die Wartezeit in den einzelnen Bedienungseinrichtungen minimiert wird.

3.3.6. Bedienungsersatzschaltbild

Als Ergebnis der Analyse des Auftragsdurchlaufs im Projektierungsbereich und der dargelegten bedienungstheoretischen Behandlung wurde das im Bild 5 gezeigte vereinfachte Bedienungsersatzschaltbild für die Ausführungsprojektierung von MR-AA erarbeitet, das Grundlage für die Programmierung und Simulation auf einer EDV-Anlage ist.

3.4. Programmierung und Simulationsexperimente

3.4.1. Simulationsprogrammsystem

Auf der Basis des bedienungstheoretischen Modells wurde ein Simulationsprogrammsystem TESIM erarbeitet [8]. Es basiert auf dem Programmsystem SIMDIS-2 (Version 2.1), liegt in FORTRAN vor und läuft auf ESER 1040 im Betriebssystem OS/ES. Das Simulationsprogrammsystem besteht aus den Teilen:

a) Vereinbarungsteil
b) Initialisierungsteil
c) Erzeugung der Aktivatoren (Aufträge)
d) Auftragseingang
e) Hauptabteilungen Anlagenprojektierung
f) Vervielfältigung/Dokumentation
g) Simulationsteil.

Im Initialisierungsteil werden durchgeführt:

- Aufteilung in Klein-, Mittel- und Großaufträge mittels Hilfsfunktion
- Anzahl der Bedienungskanäle im Bedienungsknoten
- Wichtung der Bedienungskanäle (zur Berücksichtigung der Abweichungen von der Sollzahl der Arbeitskräfte in den Arbeitsgruppen)
- obere Grenze des Projektierungsaufwandes für Großaufträge und der gesamten Projektierungsleistung
- Anteil der Aufträge mit notwendiger spezieller Anwendersoftware u. a.

Die im Abschn. 3.3. genannten Kenngrößen der Bedienungstheorie werden in der Standardausgabe von SIMDIS-2 ausgedruckt. Bei Bedarf sind nutzerspezifische Änderungen in FORTRAN möglich.

3.4.2. Methodik und Ergebnisse der Simulationsexperimente

Von großer Bedeutung ist die Auswahl geeigneter Einflußgrößen, die ein sinnvolles Experiment erwarten lassen und zur Erreichung der Zielstellung beitragen. Die wichtigsten manipulierbaren Einflußgrößen sind in zwei Gruppen zusammengefaßt:

Eingangsorientierte Einflußgrößen

- Anzahl der Projektierungsaufträge gesamt
- Prioritätsklassen
- Anzahl der Aufträge in den Prioritätsklassen
- erforderlicher Projektierungsaufwand der Aufträge
- Anteil der Klein-, Mittel- und Großaufträge
- Verhältnis der Anteile Projektierung, Anlagenkonstruktion und Anlagentechnologie
- Anteil der Aufträge mit notwendiger spezieller Anwendersoftware u. a.

Ressourcenorientierte Einflußgrößen

- Anzahl der Bedienungskanäle in den einzelnen Bedienungsknoten
- Wichtung der Bedienungskanäle u. a.

Die Methode besteht darin, zunächst bei unveränderten ressourcenorientierten Einflußgrößen Manipulationen an den eingangsorientierten Einflußgrößen durchzuführen. Der zweite Komplex beinhaltet die entgegengesetzte Vorgehensweise, und schließlich werden Variationen sowohl an den eingangsorientierten als auch ressourcenorientierten Einflußgrößen vorgenommen.
Einige Ergebnisse von Simulationsexperimenten sind:

- Werte aller bedienungstheoretischen Kenngrößen
- Erkennen von Schwachstellen und Engpässen im Bedienungssystem und ihre Beseitigung durch Auffüllung der Arbeitsgruppen bis zur Sollstärke und ggf. Umrangierung von Gruppen
- Objektivierung von Entscheidungen zur Strukturveränderung im Projektierungsbereich infolge Veränderung der Auftragslage
- Erkennen des Einflusses der Parallelbearbeitung von Aufträgen auf die Gesamtverweilzeit
- Ableiten produktivitätssteigernder Anforderungen an die Projektierungsaufträge.

Die Effektivität des vorgestellten CAP-Systems kann weiter gesteigert werden, indem das Simulationsprogrammsystem auf einem leistungsfähigen Personalcomputer implementiert wird. Damit wird die rechnergestützte Durchführung von Planspielen für die Entscheidungsvorbereitung im Dialog Leiter — Rechner möglich. Derartige Beratungs-/Expertensysteme tragen zur Qualifizierung volkswirtschaftlicher Entscheidungen bei. Ein CAP-System kann effektiv eingesetzt werden für die

- Simulation neuer Auftragslagen des nächsten Planjahres oder Fünfjahrplanes
- Umstrukturierung des Projektierungsbereiches
- Untersuchung des Einflusses der parallelen Auftragsbearbeitung durch gleichzeitigen Einsatz mehrerer Ressourcen auf die Auftragsdurchlaufzeit
- Untersuchung des Einflusses von Warteräumen, Bedienungskanälen und -knoten u. a.

Zusammenfassung

Im Beitrag erfolgt die mathematische Beschreibung des Durchlaufs von Aufträgen zur Projektierung von Mikrorechner-Automatisierungsanlagen. Als mathematischer Apparat kommt die Bedienungstheorie zur Anwendung. Ausgehend von der Problem- und Zielformulierung erfolgt die Struktur- und Funktionsanalyse des Auftragsdurchlaufs im Projektierungsbereich. Der Schwerpunkt liegt auf der Formalisierung und Modellierung des Bedienungssystems.
Das vorgestellte Bedienungsersatzschaltbild ist die Basis für die Programmierung und Simulation auf einer EDV-Anlage. Einige Ergebnisse werden vorgestellt. Rechnergestützte Systeme zur Beratung und Vorbereitung von Entscheidungen stellen ein wichtiges Leitungs- und Planungsinstrumentarium dar.

Literatur

[1] Autorenkollektiv: Anlageninvestitionen. Leitung, Planung, Organisation. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1984.
[2] *Wernstedt, J.*: Methoden und Erfahrungen zur Prozeßsteuerung und Entscheidungsfindung durch den Menschen auf der Grundlage von Beratungs-/Expertensystemen. msr, Berlin 28 (1985) 7, S. 295–298.
[3] *Müller, R.*: Projektierung von Automatisierungsanlagen. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
[4] *Willem, H.; Kuntsche, P.*: CAD/CAM-Arbeitsplätze des VEB Kombinat Robotron. msr, Berlin 27 (1984) 10, S. 446–449, 457.
[5] *Gnedenko, B. W.; Kowalenko, I. N.*: Einführung in die Bedienungstheorie. Berlin: Akademie-Verlag 1974.
[6] *Krampe, H.; Kubat, J.; Runge, W.*: Bedienungsmodelle. Ein Leitfaden für die praktische Anwendung. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1974.
[7] *Klimow, G. P.*: Bedienungsprozesse. Eine Einführung. Berlin: Akademie-Verlag 1978.
[8] *Müller, G.*: Projektierungsstrategie für Mikrorechner-Automatisierungsanlagen. Dissertation B, TH „Otto von Guericke" Magdeburg 1986.
[9] *Müller, G.*: Phasenmodell der Projektierung und Realisierung von Mikrorechner-Automatisierungsanlagen. msr, Berlin 29 (1986) 10, S. 438–442.
[10] *Müller, G.*: Entwurf und Projektierung von audatec-Regelsystemen. Wissenschaftlich-technische Informationen des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau, Berlin 19 (1983) 1, S. 2–7.
[11] *Bennewitz, W.; Schmiele, J.*: Einige Gedanken zur Einführung von CAE-Arbeitsplätzen in der Anlagenautomatisierung. msr, Berlin 26 (1983) 12, S. 690–693.
[12] *Bennewitz, W.; Hoppe, T.*: Arbeitsplatz „Rechnergestützte Konstruktion" — eine Pilotlösung auf dem Weg zur rechnergestützten Projektierung im Automatisierungsanlagenbau. msr, Berlin 28 (1985) 10, S. 465–468.
[13] *Frank, M.; Lorenz, P.*: Simulation diskreter Prozesse. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1979.
[14] *Vavilov, A. A.* (Hrsg.): Modellierung und Simulation von Produktionsprozessen. Berlin: VEB Verlag Technik 1983.

msr 8597

M. Strüver

Weiterentwicklung der rechnergestützten Projektierung von Binärsteuerungen auf der Basis der binären Prozeßanalyse

0. Einleitung

Mit der Einführung der speicherprogrammierbaren Steuerungen ist der Entwurf der Software zum Hauptproblem der Anwendung herangewachsen. Dabei zeigt sich in der Praxis, daß insbesondere noch eine Lücke zwischen der Aufbereitung der Aufgabenstellung und der Realisierung besteht.
Für jede rechnergestützte Erarbeitung der Software ist die formale Darstellung der einzugebenden Daten eine notwendige Voraussetzung. Derzeit erfolgt dies bei in der DDR im Einsatz befindlichen Steuerungssystemen zumeist durch Eingabe der Funktionsbeschreibung der Steuerung in Form logischer Gleichungen oder daraus abgeleiteter mnemonischer Ausdrücke (PS 2000, PN 5000). Zweckmäßiger erscheint es jedoch, bereits die sich aus den technologischen Zusammenhängen der zu steuernden Anlage ergebende Aufgabenstellung formal zu notieren. Daraus entstehen wesentliche Einsparungen für den gesamten Entwurfsprozeß, da dadurch eine prüfbare und damit weitgehend fehlerfreie Aufgabenstellung entsteht [1]. Die dazu benutzten Darstellungsformen müssen folgenden Aspekten genügen:

- Das Beschreibungsmittel muß automatentheoretisch fundiert sein.
- Die dem realen Prozeß eigenen Gesetzmäßigkeiten sind zu berücksichtigen.

Daraus ergeben sich Forderungen, die das Beschreibungsmittel erfüllen muß:

- Vollständigkeit
- Widerspruchsfreiheit
- starker Zusammenhang.

1. Derzeitiger Stand der Darstellung und der rechnergestützten Arbeit

Neben der Erstellung von an Programmiersprachen orientierten Anforderungsdefinitionen [2] und [3] bieten sich grafische Verfahren an. Für die Darstellung der sich aus den technologischen Zusammenhängen ergebenden Aufgabenstellungen sind wiederum wenige der bekannten Formen geeignet.
Möglich ist die Darstellung als Funktionsplan [4]. Sie weist aber den Nachteil auf, daß sich rechentechnisch nicht die Wider-

Dr.-Ing. *Manfred Strüver* (51) war nach der Berufsausbildung (1954 bis 1956) als Maschinenschlosser und in der Produktionslenkung im VEB Druckmaschinenwerk Leipzig tätig. Von 1960 bis 1964 Technologe im VEB Intron Leipzig, 1964 bis 1966 Verkaufsingenieur im VEB Armaturenwerk Makranstädt. Von 1959 bis 1967 Fernstudium an der TH bzw. TU Dresden in der Fachrichtung Feinmechanik/Regelungstechnik. Seit 1966 an der Ingenieurschule für Automatisierungstechnik/IHS bzw. TH Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen, Wissenschaftsbereich Projektierung von Automatisierungsanlagen. 1973 Promotion A.

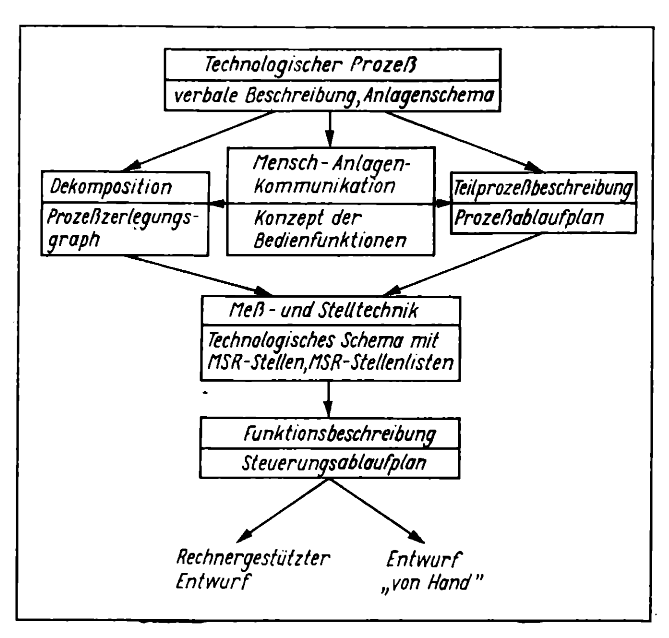
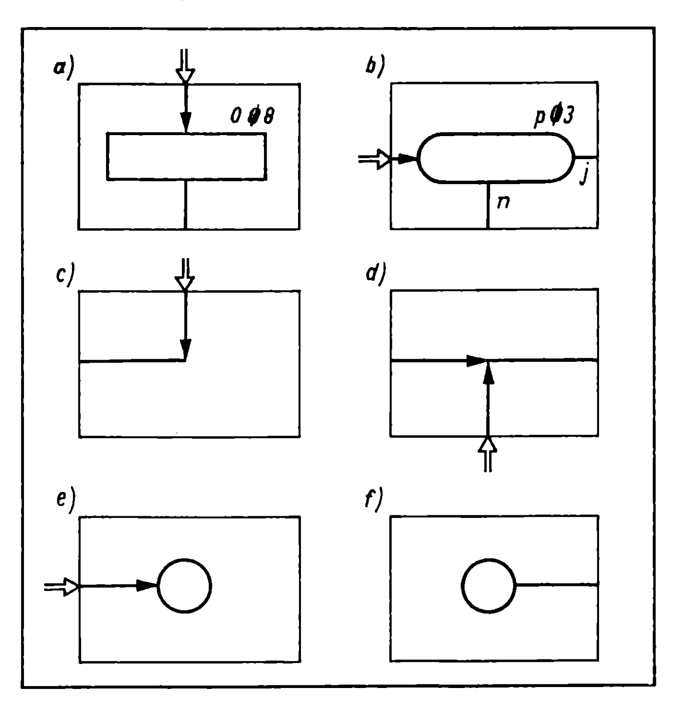


Bild 1. Schritte des Entwurfs nach der Methode „Binäre Prozeßanalyse"

spruchsfreiheit und die Vollständigkeit der notierten Aufgabenstellung prüfen lassen.
Diese Forderungen werden demgegenüber vom Programmablaufgraph (PAG) [5] erfüllt. Er dient ursächlich aber ebenfalls nur zur Beschreibung der Funktion der Steuerung. Von *Alder* [6] wurde auf der Basis des PAG eine 2-Elementen-Beschreibung der technologischen Zusammenhänge entwickelt. Der als Prozeßablaufplan (PRAP) bezeichnete Graph beschreibt das Eingangs-/Ausgangsverhalten eines Prozesses durch Operationen und Prozeßzustände. Auf der Basis dieser Beschreibung entstand die Methode der Binären Prozeßanalyse [7] und das Programmpaket SYSTEU zur rechnergestützten Projektierung von Binärsteuerungen. Für die Dialogeingabe am Bildschirm findet zur Zeit der Steuerungsablaufplan (STAP) Verwendung. Er ist die Abbildung des die Steuerungsbedürfnisse eines Prozesses beschreibenden PRAP und beinhaltet die Funktion der zu realisierenden Steuerung. Dieser STAP entsteht direkt aus der Struktur des Prozeßablaufplanes unter Beachtung der in der MSR-Stellenliste zugeordneten Variablen. Die Eingabe kann dabei in Form logischer Ausdrücke oder grafisch in Form von STAP-Abschnitten (Modul) erfolgen. Bild 1 zeigt die wesentlichen Schritte dieses Verfahrens.

Bild 2. Bildelemente zur PRAP-Darstellung

a) Operationsfeld (Kommando „0 ↓"); b) Prozeßzustandsvariablenfeld („P"); c) Linienfeld („L ←"); d) automatische Ergänzung beim Erreichen eines beschriebenen (Linien-) Feldes; e) wegführender Konnektor („K"); f) hinführender Konnektor („K →")



2. Ziele der Weiterentwicklung

Unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung des Rechnerangebotes und insbesondere des damit verbundenen größeren Speicherbereiches bei 16-bit-Computern ist eine Reihe von Erweiterungen bei Beibehaltung des grundsätzlichen Konzeptes denkbar. Im folgenden sollen diese Möglichkeiten übersichtlich gezeigt werden.

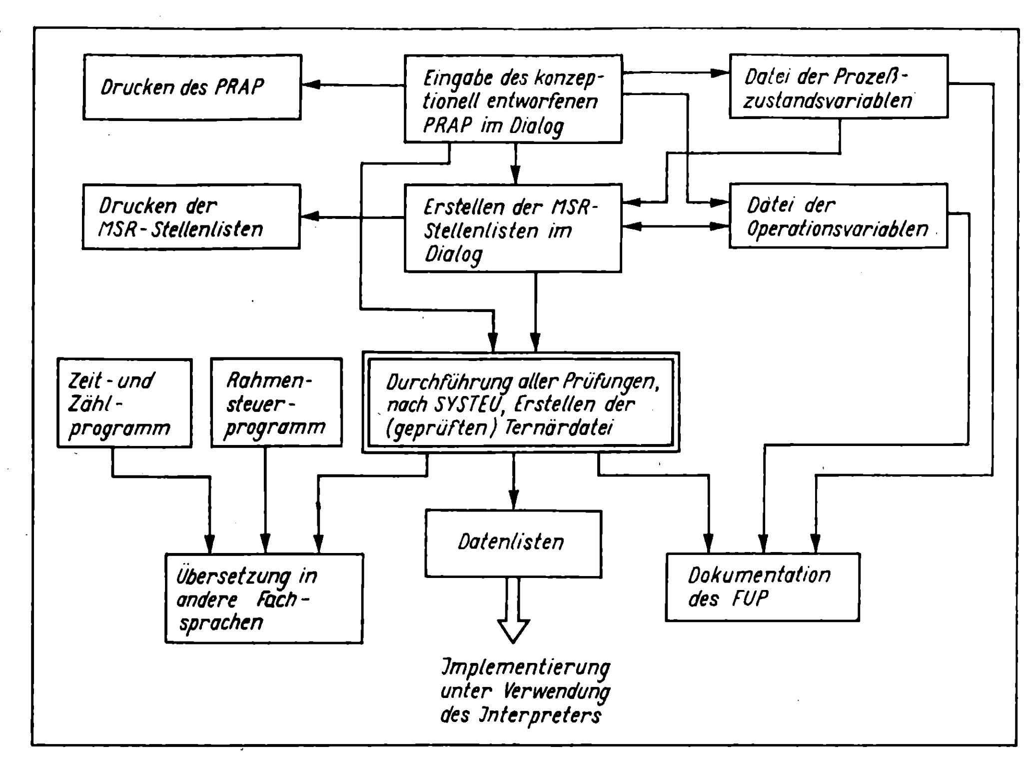
2.1. *Eingabe des Prozeßablaufplanes in den Rechner*

Durch die Eingabe der Beschreibung der technologischen Zusammenhänge in Form des PRAP wird der Beginn der rechnergestützten Arbeitsweise weiter nach vorn verlegt. Gleichzeitig ergeben sich dadurch Möglichkeiten, unter Verwendung der eingegebenen Daten weitere Schritte rechnergestützt abzuarbeiten. Voraussetzung ist der im Konzept erstellte Prozeßablaufplan. Für die Darstellung wird der Bildschirm in Rasterfelder unterteilt. Jedes Rasterfeld kann ein Bildelement aufnehmen.
Folgende Bildelemente werden benötigt:

- Operationsfeld
- Prozeßzustandsvariablenfeld
- Linienfeld
- Konnektorfeld.

Bild 2 zeigt die Darstellung der verschiedenen Felder. Auf eine Eintragung innerhalb der PRAP-Elemente wurde wegen der Übersichtlichkeit verzichtet.
Bei der Eingabe springt der Kursor von Rasterfeld zu Rasterfeld und verlangt die Eingabe eines Bildelementes. Durch den starken Zusammenhang der Darstellung ist stets das folgende Rasterfeld festgelegt, in dem eine Eingabe zu erfolgen hat. Damit liegt auch fest, von welchem Feld aus das jeweilige Rasterfeld erreicht wird.
Bei Linienfeldern ist nur noch anzugeben, in welche Richtung das Feld verlassen wird. Linienfelder können nur in *einer* Richtung verlassen, aber von bis zu drei Feldern erreicht werden. Bei der Eingabe einer Operation erscheint das grafische Symbol, das Kurzzeichen O und die niedrigste freie Nummer. Diese ist zu bestätigen oder zu korrigieren. Dabei wird geprüft, ob diese Nummer noch nicht vorhanden ist. Danach kann die Eingabe des Namens der Operation erfolgen. Durch die notwendige Festlegung der Richtung, in der das Operationsfeld verlassen wird, liegt das nächste zu bearbeitende Rasterfeld fest. Operationsfelder können nur von *einem* anderen Feld erreicht und nur in *einer* Richtung verlassen werden. Analog erfolgt die Eingabe der Prozeßzustandsvariablen. Hier kann aber die gleiche Variablennummer schon vorhanden sein. Ist dies der Fall, so wird der vorhandene Text sofort übernommen. Als Besonderheit ist die Eintragung der Bewertung zu nennen. Von den drei möglichen abgehenden Richtungen müssen stets zwei genutzt werden, wobei diese unterschiedlich mit ja und nein bewertet sein müssen. Bei den Konnektorfeldern unterscheidet man zwei Arten. Wird in einem *erreichten* Feld die Eintragung eines Konnektors verlangt, so kann es sich nur um einen wegführenden Konnektor handeln. Wird hingegen die Eintragung in einem Feld verlangt, das von keinem anderen Feld erreicht wird, so ist es ein hinführender Konnektor.
Wegführende Konnektorfelder können von bis zu vier anderen Feldern erreicht werden. Hinführende Konnektorfelder haben nur *eine* Richtung, in der sie verlassen werden können.
Mit dem Beginn der Eingabe wird zunächst das erste Bildfeld unvollständig dargestellt, da noch nicht klar ist, von welchem Rasterfeld aus das Feld erreicht wird.
Danach ist die Reihenfolge eindeutig festgelegt. Verzweigungen treten nur bei Prozeßzustandsvariablenfeldern auf. Hier wird zunächst eine Bewertung weiter verfolgt, die andere nach Beendigung der zuerst verfolgten Richtung abgearbeitet. Beendet wird die Bearbeitung einer Richtung immer dann, wenn ein bereits belegtes Feld erreicht wird. Dabei kann es sich nur um Linienfelder oder um Felder mit wegführenden Konnektoren handeln.
Sind alle wegführenden Richtungen abgearbeitet, wird überprüft, ob auch alle wegführenden Konnektoren mindestens und nur *einmal* als hinführende Konnektoren auftreten. Ist dies der Fall, so ist die Eingabe vollständig und beendet!

Bild 3. Weiterentwicklung der rechnergestützten Projektierung von Binärsteuerungen



Für die Eingabe eines Prozeßablaufplanes ist es notwendig, das Bild zu rollen, da die Displayfläche zu klein ist. Dies erfolgt diskontinuierlich in Größe der Rasterfelder (Spalte oder Zeile).
Für Korrekturen bestehen neben dem Überschreiben und dem Löschen eines Rasterfeldes noch die Möglichkeiten, die Darstellung zu weiten (Leerzeile oder -spalte einfügen) oder zu kürzen (Zeile oder Spalte löschen).

2.2. *Weiterbearbeitung der eingegebenen Darstellung*

Zunächst läßt sich die eingegebene Darstellung des Prozeßablaufplanes ausdrucken. Beachtet werden muß dabei die Größe des Bildes. Überschreitet diese das nutzbare Papierformat, so sind mehrere Teilbilder zu erstellen, die landkartenartig zusammengefügt werden können.
Des weiteren ist die rechnergestützte Erstellung der MSR-Stellenliste anzufügen. Dazu sind wesentliche Inhalte der Listen aus den eingegebenen Texten der Operationen und der Prozeßzustandsvariablen zu entnehmen. Nachdem diese Angaben im Dialog ergänzt wurden, können die Listen gleichfalls gedruckt werden.
Auf der Basis der eingegebenen Struktur des Prozeßablaufplanes und unter Verwendung der in den MSR-Stellenlisten festgelegten Variablen und deren Bewertung entsteht rechnerintern das Abbild eines Steuerungsablaufplanes. Dieser kann nunmehr nach dem vorhandenen Konzept SYSTEU weiter verarbeitet werden.
Neben der direkten Implementierung der Datenlisten und deren Abarbeitung mit einem speziellen Interpreter wird zusätzlich die Übersetzung in andere Fachsprachen angestrebt.
Unter Verwendung der technologischen Bezeichnungen ist es möglich, speziell für Dokumentationszwecke eine Darstellung als Funktionsplan zu erzeugen und auszudrucken.
Bild 3 enthält eine Übersicht der angestrebten Programmteile.

Zusammenfassung

Mit der zur Zeit in Bearbeitung befindlichen Weiterentwicklung des Programmsystems werden folgende wesentliche Ziele erreicht:

- Die rechnergestützte Arbeit wird im Entwurfsprozeß weiter nach vorn verlegt.
- Der Aufwand an Zeichen- und Schreibarbeiten wird stark reduziert.
- Die Prüfung der Aufgabenstellung ist rechnergestützt durchführbar, und damit kann eine fehlerfreie Weiterbearbeitung folgen.
- Eine Dokumentationserstellung in Form von Funktionsplänen ist möglich.

Für die Bearbeitung dieser Probleme ist der Einsatz des 16-bit-Bürocomputers A 7100 geplant.

Literatur

[1] *Müller, R.; Engmann, U.; Wolf, H.:* Aufbereitung und Prüfung der Aufgabenstellung — eine Voraussetzung für effektive CAD-Lösungen bei der Projektierung automatischer Anlagen. msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 242—246.
[2] *Lauber, R.:* EPOS-Einführung. Institut für Regelungstechnik und Prozeßautomatisierung der Universität Stuttgart, 1983.
[3] *Drabek, St.:* Beitrag zur Entwicklung eines rechnergestützten Spezifikationssystems zur Anwendung im Entwurf von Automatisierungssystemen, Dissertation, TH Ilmenau 1986.
[4] TGL 42403/02, Werkzeugmaschinen mit speicherprogrammierbaren Steuerungen, Darstellung von Anwenderprogrammen, Funktionsplan; Entwurf Dezember 1985.
[5] *Killenberg, H.:* Verhaltensbeschreibung von Schaltsystemen mit Hilfe von Programmablaufgraphen. msr, Berlin 19 (1976) 6, S. 197—201.
[6] *Alder, J.:* Aufgabenstellung und Entwurf von Binärsteuerungen. Band 222 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. Berlin: VEB Verlag Technik 1986.
[7] Richtlinie zur Projektierung von Binärsteuerungen — Binäre Prozeßanalyse und Funktionsbeschreibung der Steuerung als Basis des rechnergestützten Entwurfs — KDT-Richtlinie 107/85. Eigenverlag der KDT 1985.

msr 8646

Flexible, evolutionsfähige Steuerung — Prämisse flexibler Produktion[1)]

0. Einleitung

Koordinationssteuerungen zur flexiblen Steuerung von Zellen und Produktionsabschnitten und lokale Netze sind in der DDR in Labors und Versuchsbereichen technische Realität. Die Produktion von flexiblen Koordinationssteuerungen für Zellen und Abschnitte als Einheit von Hard- und Software kann und muß unter Sicherung ihrer Evolutionsfähigkeit beginnen.

1. Fundamentalrelation Basis — Steuerung

Ein Grundprinzip der Steuerung ist, daß die Grundstruktur immer aus einem gesteuerten Prozeß und einem steuernden Prozeß besteht.

Steuerung
↑ ↓
Basis

Diese Fundamentalrelation findet man z. B. als J.-v.-Neumannsches oder als Gluschkovsches Automatenschema oder als Paar Regler — Reglerstrecke. Der Basisprozeß (als allgemeine Bezeichnung für einen gesteuerten Prozeß) wird von einem Basissystem, der Steuerungsprozeß von einem Steuerungssystem realisiert.

2. Programmierbare Steuerung — eine Triade

Eine Steuerung ist ein informationsverarbeitender Automat und ist immer eine Struktur auf einer Menge von Struktureinheiten. Struktureinheiten sind entweder gerätetechnischer Natur (Baueinheit, Baugruppe, Kompaktbaugruppe usw.), programmtechnischer Natur (Zeichen, Befehl, Satz, Programm usw.) oder prozessualer Natur (Ereignis, Operation, Teilprozeß, usw.). Die programmtechnische Struktur umfaßt das Betriebssystem, bestehend aus dem Operationssystem und aus universellen Programmeinheiten (E/A-Module usw.), und anwendungsorientierte Programmeinheiten (Nutzerprogramme). Es gilt dann die allgemeine Gesetzmäßigkeit, daß die Eigenschaften eines solchen strukturierten, informationsverarbeitenden Automaten determiniert sind durch die

- Prozeßstruktur (Struktur auf einer Menge von Prozeßeinheiten)
- Programmstruktur (Struktur auf einer Menge von programmtechnischen Einheiten)
- Gerätestruktur (Struktur auf einer Menge von gerätetechnischen Einheiten)

und daß zwischen diesen drei Strukturen nicht notwendig eine Strukturähnlichkeit (Morphismus) oder gar Strukturgleichheit (Isomorphismus) besteht. Das Wesen einer solchen Triade Prozeßstruktur — Programmstruktur — Gerätestruktur wird durch die Prozeßstruktur beschrieben; die Gerätestruktur ist die „morphologische“ Struktur, aus der in einigen Fällen auf das Wesen geschlossen werden kann, in vielen Fällen jedoch nicht. Die Begriffe Geräte- und Programmstruktur werden in verschiedenen Fällen wegen der Möglichkeit, Hardware durch Software zu ersetzen und umgekehrt zum Begriff der Systemstruktur zusammengefaßt. Die Programmierbarkeit einer Steuerung gewährleistet sowohl ihre Individualität, d. h. ihre Angepaßtheit an die spezielle technische Funktion, als auch ihre Flexibilität, d. h. ihre Anpaßbarkeit an veränderte technische Funktionen. Die Programmierbarkeit ist eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für die Flexibilität einer Steuerung.

3. Flexibilitätsmerkmale

Sowohl die Basis als auch die Steuerung müssen flexibel sein. Heute unterscheidet man folgende relevante Merkmale zur Beschreibung eines flexiblen Produktionssystems:

- Typenvielfalt der Arbeitsgegenstände (AG) (Arbeitsgegenstandstyp im Sinne der Gruppentechnologie nach *Mitrofanow*)
- zeitlicher Typenmix der Arbeitsgegenstände
- Typ der Produktionstechnologie (T) (Fertigung, Montage, Verarbeitung)
- zeitlicher Typenmix der Technologien
- Typenvielfalt der Maschinen/Automaten (AM)
- Umrüstungsaufwand in Basis und Steuerung für Typenänderung AG, AM und T.

4. Klassen erforderlicher Steuerungen

Um das Ziel flexible Produktionssysteme, d. h.

- flexible Fertigungssysteme (Flexible Manufacturing Systems)
- flexible Montagesysteme (Flexible Assembling Systems)
- flexible Verarbeitungssysteme (Flexible Processing Systems),

zu erreichen, sind folgende Klassen von Steuerungen erforderlich:

- Steuerungen für (NC-) Maschinen zur Durchführung der notwendigen Produktions-, Meß- und Prüfoperationen
- Steuerungen für Roboter, die die notwendigen lokalen Handlingoperationen ausführen
- Steuerungen für Transportsysteme, die die notwendigen regionalen, flächendeckenden Zuführungs- und Abführungsoperationen von Arbeitsgegenständen, Vorrichtungen, Werkzeugen usw. durchführen
- Steuerungen für Lagersysteme, die die notwendigen Einlagerungs- und Auslagerungsoperationen ausführen
- flexible Produktionssteuerungssysteme (Flexible Production Control Systems) für die Überwachung von Zeiten, Kosten, Produktivitäten und Qualitäten, für die situationsbedingte, koordinierte Durchlaufsteuerung, für die Diagnostik und Therapiesteuerung, d. h. für die Koordinationssteuerung auf der Ebene von Produktionszellen, von Produktionsabschnitten und von Produktionsbereichen usw.
- steuerungstechnische Kommunikationssysteme (z. B. als lokales Netz (Local Area Network) oder als globales Netz (Wide Area Network)).

Jede dieser Steuerungen ist programmierbar, d. h. ist ein Einmikrorechner- oder Multimikrorechnersystem. Beispielsweise sind Industrierobotersteuerungen, Werkzeugmaschinensteuerungen und lokale Netze meistens Multimikrorechnersysteme.

5. Logische Strukturierung von Steuerungen

Die morphologische Hardwarestruktur einer verteilten Steuerung wird gebildet durch

- zentrale Mikrorechnersteuerungen für die Koordinationssteuerung von Produktionszellen, Produktionsabschnitten oder Produktionsbereichen
- lokale Mikrorechnersteuerungen für die lokale Steuerung von Maschinen/Automaten, Robotern, Transport- und Lagersystemen
- Kommunikationssysteme mit verteilten Mikrorechnersystemen und Übertragungsmedien.

Eine solche Hardwarestruktur hat die Aufgabe, die logische Struktur der Steuerung zu realisieren. Verschiedene Hardwarestrukturen können eine inhaltlich bedingte, logische Steuerungsstruktur in unterschiedlicher Qualität realisieren. Die wesentlichen logischen Steuerungsstrukturen umfassen

- Koordinationsstrukturen
- Synchronisationsstrukturen
- Kommunikationsprotokolle (Application Layer Protocols) zwischen den logischen Steuerungsstruktureinheiten.

[1)] Vortrag zur Internationalen Wissenschaftlichen Konferenz „Der Beitrag der Wissenschaften zur automatisierten bedienarmen Produktion“ der TU Karl-Marx-Stadt (18. bis 21. November 1986).

Eine Koordinationsstruktur wird auch als Auftragshierarchie bezeichnet und realisiert eine Steuerung, die dezentrale Intelligenz einschließt. Bestandteil einer Koordinationssteuerung sind Diagnostik-, Therapiesteuerungs- und Re-Initialisierungseinheiten. Eine solche logische Steuerungsstruktur und ihre effektive Implementation in Hard- und Software können die Flexibilität realisieren und die Evolutionsfähigkeit der Steuerung gewährleisten.

6. Steuerungsrelevante Entitäten und Relationen in der Basis

Die Steuerungsprozeßstruktur wird dominant bestimmt durch die Basisprozeßstruktur. Diese ist notwendig und hinreichend beschrieben durch die Dynamik der Gesamtheit der steuerungsrelevanten Basis-Entitäten mit den Klassen

. Arbeitsgegenstand als Los, Teillos, Einzelteil usw. sowie spezieller Arbeitsgegenstand als Ausschuß, Abfall usw.
. Technologie, die am Arbeitsgegenstand auszuführen ist (Fertigung, Montage, Verarbeitung)
. Arbeitsmittel als Maschine/Automat, Roboter, Transportsystem, Lagersystem, Handarbeitsplatz usw. sowie spezielles Arbeitsmitel als Vorrichtung, Werkzeug, Lehre (VWL), Transporthilfsmittel usw.

sowie durch die statischen und dynamischen Relationen in der Menge der Entitäten.
Die flexible Produktion erfordert eine flexible direkte Erreichbarkeit in der Basissystemstruktur, d. h. eine flexible Adressierbarkeit für Transporte von Arbeitsgegenständen und VWL.
In einem großen Produktionsbereich wäre es denkbar, jede Maschine der großen Anzahl von Maschinen von jeder direkt erreichbar zu machen und diese große Basis durch nur eine Koordinationssteuerung zu koordinieren. Eine solche Lösung, auch in der DDR in einzelnen Fällen realisiert, erzeugt eine hohe Belastung des erforderlichen Multimikrorechnersteuerungssystems und unzulässig hohe Reaktionszeiten der Steuerung. Entsprechend den nationalen und internationalen progressiven Erfahrungen bietet in einem solchen Fall die Zerlegung der Basis in Zellen mit 5 bis 12 Arbeitsmitteln und damit verbunden die Realisierung einer Mehrschichten-Koordinationssteuerung die geforderte steuerbare Flexibilität. Die Zerlegung der Basis in Zellen ist durch Anwendung der Gruppentechnologie unter Berücksichtigung nur derjenigen Teilmenge von Arbeitsgegenständen, die den größten Teil (meistens 80 bis 90%) der Belastung der Basis realisieren, immer technologisch bestimmbar.

7. Flexibilität und Evolutionsfähigkeit unter Nutzung des J.-v.-Neumann-Prinzips

Das J.-v.-Neumann-Prinzip postuliert die Äquivalenz von Datenstrukturen und Programmstrukturen. Zwei unterschiedliche Steuerungsprozesse/-funktionen sind demzufolge durch

. zwei unterschiedliche Programme
. ein Programm mit zwei unterschiedlichen Datenstrukturen zu realisieren.

Der Unterschied ist pragmatischer und damit ökonomischer Natur. Wenn die Flexibilität entsprechend den genannten Merkmalen durch Veränderung von Programmen erreicht werden soll, so heißt das, daß z. B. für jeden AG-Typ ein eigenes Programm zu entwerfen und zu implementieren ist. Wenn die Flexibilität entsprechend den angegebenen Merkmalen durch Veränderung von Datenstrukturen erreicht werden soll, so heißt das, daß z. B. für jeden AG-Typ nur die Richtigkeit der individuellen Datenstruktur nachzuweisen ist. Die Umrüstung der Software auf neue, andere Typen ist dann nachweisbar extrem gering. Ausgehend von diesem Ansatz wurden am Informatik-Zentrum der TU Dresden folgende Programmsysteme entwickelt:

– Programmsystem BOUNTY für eine flexible Zellenkoordinationssteuerung mit U880-Mikroprozessor-Hardware mit unterschiedlichen Betriebssystemen mit Datenstrukturen für Fertigungs- oder Montage-Arbeitsgegenstände, für zugehörige Technologien und für Maschinen/Automaten
– Programmsystem BEAUTY als Simulationsversion von BOUNTY
– Programmsystem SPEEDSTER mit Datenstrukturen zur flexiblen Kodierung von Bedientafeln und intelligenten Tastaturen
– Programmsystem X mit Datenstrukturen zur flexiblen Realisierung einer eingebetteten Einprozessor-Basissteuerung.

8. Allgemeine Evolutionsfähigkeit

Die Evolutionsfähigkeit einer Steuerung kann auf Basis des J.-v.-Neumann-Prinzips gewährleistet werden, jedoch ist damit eine allgemeine Evolutionsfähigkeit einer Steuerung noch nicht vollständig gesichert. Als allgemeine Prinzipien sind derzeitig erkennbar:

. strikte Realisierung der Fundamentalrelation Basis — Steuerung
. strikte Realisierung einer logischen Steuerungsstruktur als geschichtete und gestaffelte Struktur auf der Grundlage einer Strukturierung des Basissystems in Maschine/Automat, Zelle, Abschnitt usw.
. modulare, gekapselte Implementation der logischen Steuerungsstruktur
. flexible Funktionsrealisierung durch Datenstrukturen nach dem J.-v.-Neumann-Prinzip.

Zusammenfassung

Die vorliegenden Erfahrungen des modernen „software engineering" zusammen mit den vorliegenden Erfahrungen des Entwurfs, der Implementation und der Erprobung verschiedener flexibler Produktionssteuerungssysteme (FPCS) auf dem Niveau Automat, Zelle, Abschnitt mit verschiedener Hardware und Systemsoftware gestatten die Aussage, daß die Produktion von flexiblen Koordinationssteuerungen für Produktionszellen und -abschnitte eingeleitet werden kann und muß.
Ein ausführliches Literaturverzeichnis kann beim Autor angefordert werden.

msr 8632 Prof. Dr. sc. techn. *H. Stahn*, TU Dresden, Informatik-Zentrum

XI. Tagung „Fault-Tolerant Systems and Diagnostics (FTSD)"

Die vom 25. bis 27. Juni 1986 in Brno/ČSSR turnusmäßig durchgeführte nunmehr XI. FTSD (Leitung Prof. *J. Hlavicka*/TU Prag) behandelte in rund 50 Vorträgen und 13 Postervorträgen theoretische und praktische Probleme des Systementwurfs und der Systemanalyse unter den Gesichtspunkten Testbarkeit, Testsatzgenerierung und Prüfung digitaler Systeme.

In 11 Sessionen

Session 1:	Übersichtsthemen
Session 2:	Fehlertolerante Systeme
Session 3:	Zuverlässigkeitsmodelle, -abschätzung
Session 4:	Testgenerierung und Prüfung
Session 5:	Testung
Session 6:	Markoff-Zuverlässigkeitsmodelle
Session 7:	Built-in-Testung
Session 8:	Prüffreundlicher Entwurf
Session 9:	Eigentestschaltungen
Session 10:	Diagnosegeräte
Session 11:	Postersession

wurden zu diesen Schwerpunkten Vorträge gehalten, wobei das Hauptgewicht auf den theoretischen Fragen des Systementwurfes, der Modellbildung und der Analyse lag. Hierzu referierten anerkannte Fachkollegen aus 14 Ländern (u. a. aus der UdSSR, USA, Japan, ČSSR). Dabei kam übereinstimmend zum Ausdruck, daß mit der komplexen Einführung von VLSI-Komponenten die Probleme der Testbarkeit der Systeme und der Prüftechnik einen entscheidenden Umfang annehmen werden. Eine geschlossene Theorie zur Systemanalyse und zum prüffreundlichen Systementwurf liegt gegenwärtig nicht vor. Vielmehr ist zu verzeichnen, daß zur Zeit die Systemkomplexität schneller wächst als der Fortschritt auf dem Gebiet der Testtheorie.
Heuristische Elemente gelangen so in wesentlichem Umfang bei der Testbarkeitsanalyse und Testsatzgenerierung zur Anwendung. Durch elektronische Mittel, beim Schaltungsentwurf und durch praktische Maßnahmen zum Eigentest wird angestrebt, die Testung technisch stark zu vereinfachen. Weitere Fortschritte werden besonders aus den Bemühungen zur Systemmodellierung auf der Basis der Funktionsbeschreibung der Systemkomponenten und der Realisierung spezieller technischer Maßnahmen zur Verbesserung der Prüfbarkeit (Komponenten für Eigentest u. a.) erwartet.
Die behandelte Problematik ist in der Auswertung interessant für den Entwurf von datenverarbeitenden Systemen und Steuerungseinrichtungen. Die Testerproblematik wurde nicht schwerpunktmäßig behandelt. Probleme des prüffreundlichen Entwurfs von integrierten Schaltkreisen wurden wesentlich mit berücksichtigt. Das Tagungsmaterial der organisatorisch gut durchgeführten Veranstaltung liegt als Sammelband (313 Seiten) vor.
Veranstalter der FTSD '86 waren u. a. die Tschechoslowakische Wissenschaftliche und Technische Gesellschaft (ČSVTS, Česke Budejovice) und das Tschechoslowakische Nationalkomitee der IMEKO. FTSD '87 ist für September 1987 in Varna/VR Bulgarien geplant.

msr 8548 *U. Frühauf*; *G. Härtig*

3. IMEKO-Symposium „Theoretische Metrologie"

Das Technische Komitee „Metrologie" der Internationalen Meßtechnischen Konföderation (IMEKO TC-8), das sich unter dem Vorsitz von Prof. *Ju. V. Tarbejew*/UdSSR mit allgemeinen Problemen der Metrologie befaßt, veranstaltet in regelmäßigen Abständen Internationale Symposien. Das 3. Symposium über Theoretische Metrologie wurde vom 15. bis 17. Oktover 1986 in Berlin durchgeführt. Mit der Organisation war der Fachausschuß „Metrologie und Standardisierung" der WGMA beauftragt, der dabei vom ASMW unterstützt wurde. Das Ziel des Symposiums bestand im Austausch neuer Erkenntnisse und Informationen zur metrologischen Unterstützung der Industrie bei der meßtechnischen Beherrschung von Schlüsseltechnologien sowie in der Darlegung und Diskussion der Vorstellungen zur Lösung anstehender Aufgaben.

Im Rahmen des Symposiums wurde eine Rundtischdiskussion zur Prüfung von Software für rechnergestützte Meßtechnik geführt und eine Besichtigung ausgewählter Laboratorien des ASMW organisiert.

Am Symposium beteiligten sich 112 Fachleute aus 10 Ländern. In 35 Vorträgen wurden Themen aus den folgenden Schwerpunkten behandelt

- Anwendung physikalischer Konstanten und Effekte in der Metrologie
- metrologische Kennwerte von optoelektronischen und Lasermeßsystemen
- metrologische Sicherung von Meßeinrichtungen und Meßtechnik in der Mikroelektronik
- rechnergestützte Meßmittelprüfung
- Meßtechnik im Umweltschutz.

In den 3 Hauptvorträgen wurden Auflösungsgrenzen bei interferometrischen Messungen theoretisch behandelt (*Ju. V. Tarbejew*, Mendelejew-Institut Leningrad), metrologische Lösungen zur Qualitätssicherung von Mikroschaltkreisen vorgestellt (*A. Horsfield*, National Physical Laboratory Teddington/England) und Fragen der Fehlerdefinition und Prüfung rechnergestützter Meßtechnik diskutiert (*W. Lotze*, Technische Universität Dresden).
Ausgehend von der neuen Definition für die Basiseinheit Meter und deren Bindung an die Sekunde, die gegenwärtig mit einer relativen Unsicherheit von 10^{-13} dargestellt werden kann, wurde von *Ju. V. Tarbejew* abgeschätzt, wo die Auflösungsgrenzen bei interferometrischen Messungen infolge der Wechselwirkung des Interferometeraufbaus mit der elektromagnetischen Strahlung liegen. Die Arbeit war von hohem theoretischem Niveau.
Im Vortrag von *A. Horsfield* wurden die im µm-Bereich liegenden meßtechnischen Anforderungen hinsichtlich der Bestimmung von Strukturbreiten, Positionen und Profilen bei der Herstellung und Qualitätskontrolle mikroelektronischer Schaltkreise vorgestellt, und es wurde über gerätetechnische Lösungen berichtet, die diesen Forderungen gerecht werden. Die außerordentlich hohen Meßgenauigkeiten sind nur durch das Zusammenwirken von hochpräziser Mechanik, Optik und Rechentechnik erreichbar. Der Vortrag von *M. Steinbach* (VEB Carl Zeiss JENA) über eigene Arbeiten auf diesem Gebiet rundeten diesen Komplex ab.
Mit Fragen der metrologischen Sicherung rechnergestützter Meßtechnik wurde von *W. Lotze* ein Problem angesprochen, das zunehmend an Aktualität gewinnt. Ausgehend von einer Analyse der Beschreibungs- und Bestimmungsmöglichkeiten von Meßmittelfehlern ging er auf die notwendige Sicherung der Softwarezuverlässigkeit ein und setzte sich schließlich auch mit Fragen der Kompetenzen und Mitverantwortlichkeiten für die Richtighaltung rechnergestützter Meßmittel auseinander. Er gab damit eine gute Diskussionsgrundlage für das Rundtischgepräch.
Auf die vorgetragenen Originalbeiträge kann hier nicht im einzelnen eingegangen werden. Das erübrigt sich auch insofern, als die Volltexte (in der Konferenzsprache Englisch) von der WGMA als Tagungsmaterial herausgegeben wurden und den Teilnehmern bereits vor der Eröffnung des Symposiums vorlagen.
Wenn hier einige für die Leser der msr besonders interessante Themen herausgegriffen werden sollen, so könnten dies wohl zunächst diejenigen sein, die Fragen der Prozeßmeßtechnik berühren, wie der Vortrag zur rechnergestützten Volumenstrommessung von Gasen oder die Beiträge zur Konzentrationsmeßtechnik, die im Zusammenhang mit speziellen Meßproblemen im Umweltschutz gehalten wurden. Ein für die Prozeßsteuerung aktuelles Problem sind die neuen dezentralen Strukturen von Rechnersystemen für Leitungsaufgaben, bei denen Aktoren und intelligente Sensoren über Feldbusse miteinander verbunden sind (*U. Bahrs*/KEAW, Berlin). Was dabei bereits anklang, nämlich die statistische Verarbeitung von Prozeßdaten, wurde in einem weiteren Vortrag näher ausge-

führt, wobei schwerpunktmäßig auch die gleichzeitige Überwachung der Inprozeßmeßsysteme diskutiert wurde.
Erwähnung verdienen außerdem die Vorträge zur Messung elektrischer Größen, auch wenn sie weniger applikative Gesichtspunkte zum Inhalt hatten als vielmehr Fragen der Darstellung und Bewahrung von elektrischen Einheiten.
Die Diskussionen zu den gehaltenen Vorträgen, die auch in den Pausen lebhaft weitergeführt wurden, zeigten, daß die Thematik des Symposiums auf großes Interesse stieß. Das gilt besonders für diejenigen Beiträge, deren Inhalt nicht allzu speziell war.
Die gute Beteiligung am Rundtischgespräch zu den metrologischen Konsequenzen, die sich aus der Einbeziehung von Rechnern und speziell deren Software in moderne Meßmittel ergeben, bewies deutlich, daß damit ein sehr aktuelles Problem zur Sprache kam, das in starkem Maße auch die Meßmittelprüfung tangiert. Es zeigte sich, daß die Erfahrungen auf diesem Gebiet noch sehr gering sind und es zu bestimmten Fragen auch konträre Meinungen gibt. Deshalb konnten auch noch keine fertigen Lösungswege aufgezeigt werden. Die Diskussion ließ deutlich die Vielschichtigkeit und Kompliziertheit der Problematik erkennen. Da es sich hierbei um Fragen handelt, die für den richtigen Einsatz rechnergestützter Meßtechnik und deren weitere Entwicklung von großer Bedeutung sind, muß die Diskussion, auch international, weitergeführt werden. Vom Vorsitzenden des IMEKO-TC-8 wurde deshalb resümierend festgestellt, daß es zweckmäßig scheint, diesen Problemen aufgrund ihrer Wichtigkeit ein eigenes IMEKO-TC-8-Symposium zu widmen.
Die das Symposium abschließende Exkursion bot den Teilnehmern Gelegenheit, einige Laboratorien des ASMW kennenzulernen und sich mit den dort durchgeführten Arbeiten und deren Ergebnissen vertraut zu machen. Die interessante, sachkundige Führung war sehr informativ und wurde von den Beteiligten als überaus wertvolle Ergänzung des Tagungsprogramms empfunden. Viele bedauerten es, daß nicht mehr Zeit dafür zur Verfügung gestanden hat. Insgesamt kann dieses Symposium als sehr erfolgreich eingeschätzt werden.

msr 8630 *H. Hart*; *K. Schmidt*

Arbeitstagung des Technischen Komitees TC 65 und des Subkomitees SC 65B der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC)

Vom 30. September bis 3. Oktober 1986 fand in Berlin(West) im Rahmen der 50. Generalversammlung der IEC eine Arbeitstagung des TC 65 „Messen und Steuern industrieller Prozesse" und seines Subkomitees SC 65B „Systemelemente" statt.

Subkomitee SC 65B: Systemelemente

An der Tagung nahmen 33 Delegierte aus 14 Ländern teil. Seit der letzten Beratung (Montreal, Mai 1985) wurden folgende Publikationen veröffentlicht:

- Publ. 873 (1986): Methods of evaluating the performance of electrical and pneumatic analog chart recorders for use in industrial-process control systems
- Publ. 534-4 (1986): Industrial-process control valves — part 4: Inspection and routine testing (1. Ergänzung)
- Publ. 534-8-1 (1986): Industrial-process control valves — part 8: Noise considerations. Section 1: Laboratory measurement of noise generated by aerodynamic flow through control valves
- Publ. 751 (September 1986): Industrial platinum resistance thermometer sensors (1. Ergänzung).

Aufgrund der positiven Abstimmungsergebnisse werden Anfang 1987 weitere Dokumente veröffentlicht:

- Publ. 546-1: Methods of evaluating the performance of controllers with analog input and output signals for use in industrial-process control systems (Überarbeitung)
- 65B(C.O.) 49: Revision of Publication 534: Industrial-process control valves — part 1: Control valve terminology and general considerations
- 65B(C.O.) 50: Guidance for inspection and routine testing of controllers with analogue signals for use in industrial-process control systems, part II.

Die Delegierten nahmen die Berichte der Arbeitsgruppen

- WG 5 Temperaturfühler
- WG 6 Prüfung und Leistungsbewertung von Systemelementen
- WG 9 Stellglieder

und den Bearbeitungsstand der in diesen Arbeitsgruppen erarbeiteten Standardentwürfe zur Kenntnis.
Die Arbeitsgruppe WG 6 wurde beauftragt, Arbeitspläne für die Erarbeitung folgender neuer Projekte vorzulegen:

- Methoden zur Leistungsbewertung adaptiver Regler zum Einsatz in industriellen Prozeßregelsystemen
- Typprüfmethoden zur Prüfung und Bewertung der E/A-Charakteristika von Automatisierungsgeräten.

Technisches Komitee TC 65: Messen und Steuern industrieller Prozesse

An der Beratung nahmen 40 Delegierte aus 18 Ländern teil. Die Delegierten bestätigten den Bericht des Subkomitees SC 65B sowie die Berichte der Arbeitsgruppen

- WG 1 Begriffe und Definitionen
- WG 2 Umgebungsbedingungen
- WG 4 Elektromagnetische Störungen
- WG 5 Grafische Symbole.

Sie nahmen den Bearbeitungsstand der in diesen Arbeitsgruppen erarbeiteten Standardentwürfe zur Kenntnis und bestätigten die Fortführung der Arbeiten wie vorgeschlagen.
Das Material 65(C.O.) 40 „Messen und Steuern industrieller Prozesse; Begriffe und Definitionen" wurde zur Veröffentlichung als IEC-Report bestätigt. Das Material 65(C.O.) 37 „Verfahren zur Sicherung der Reinheit von msr-Ausrüstungen zum Einsatz in Sauerstoff" wird als IEC-Publikation 877 veröffentlicht.
Es wurde angeregt, die Publikationsreihe 801 „Elektromagnetische Verträglichkeit für Betriebsmeß-, Steuer- und Regeleinrichtungen" wegen ihres Grundsatzcharakters auf einen breiteren Geltungsbereich auszudehnen. Die zusätzliche Formulierung in Publ. 801-1 lautet: „Anwendung des Standards in sonstigen Industrien wird empfohlen." Die Verantwortlichkeit für die weitere Standardisierung grafischer Symbole für Automatisierungsgeräte soll einer Gemeinsamen Arbeitsgruppe (Joint Working Group, JWG) der ISO/TC 10/SC 3 und der IEC/TC 65/WG 5 übertragen werden.
Eine weitere Gemeinsame Arbeitsgruppe der ISO/TC 184/SC 5/WG 2 und der IEC/SC 65C/WG 1 „Service and Protocols" wird sich mit der Standardisierung der Schichten 6 und 7 des OSI-Modells (open systems interconnection) beschäftigen. Die JWG untersteht der ISO/TC 184, die auch für die Veröffentlichung verantwortlich ist.
Gemeinsame Interessen bestehen auch an den oberen Interfaces zwischen mehreren programmierbaren Steuerungen (PCs) oder zwischen PCs und anderen High-Level-Geräten. Die Koordinierung erfolgt über einen Gemeinsamen Lenkungsausschuß (Joint Steering Comittee for Industrial Automation, JSCIA), dessen Vorsitz und Sekretariat wie folgt rotieren:

1986: IEC/TC 65
1987: ISO/TC 184
1988: IEC/TC 44.

Die nächste Tagung des TC 65 findet voraussichtlich in Verbindung mit der 51. Generalversammlung der IEC im Juli 1987 in Prag statt.
Die Ergebnisse der Arbeitstagung werden in der Ständigen Nationalen Arbeitsgruppe TC 65 der DDR ausgewertet, mit deren Leitung das Kombinat VEB Elektro-Apparate-Werke Berlin-Treptow „Friedrich Ebert" (KEAW) beauftragt ist.
Die Protokolle und Standardentwürfe des TC 65 und seiner SCs 65A, B und C können in der Zentralstelle für Standardisierung des KEAW eingesehen werden (Herzbergstraße 105, Berlin, 1130, Tel. 5 52 20).

msr 8616 *U. Bahrs*

msr DISSERTATIONEN

Projektierungsstrategie für Mikrorechner-Automatisierungsanlagen (MR-AA)

Ende der 70er Jahre begann die schrittweise Einführung verteilter Mikrorechner-Automatisierungssysteme (MR-AS) in den Automatisierungsanlagenbau. Die MR-AS erfordern eine adäquate Projektierungsstrategie, die in der Dissertation behandelt wird. Als Einstieg in die Thematik werden wichtige Einflußfaktoren auf das Projektierungsniveau untersucht.
Die besondere Bedeutung der Konzipierungs- und Entwurfsphase innerhalb des Lebenszyklus einer MR-Automatisierungsanlage wird begründet. In diesen Phasen wird das Grundkonzept mit der Prinziplösung bzw. die Automatisierungskonzeption mit der vollständigen funktionellen Automatisierungslösung erarbeitet. Aufgrund der Softwareflexibilität der MR-AS ist nach der Inbetriebsetzung eine funktionelle Vervollkommung der MR-AA zweckmäßig. Beim Projektierungsprozeß handelt es sich um einen niveaugestuften, iterativen Dreiebenen-Entscheidungsprozeß (strategische, taktische, operative Entscheidungen).
Der Projektierungsprozeß wird als komplexer Informationsprozeß mit den typischen Grundfunktionen der Informationsgewinnung, -darstellung, -verarbeitung und -nutzung modelliert. Die besondere Rolle des rechnergestützten Datenrückmeldesystems und Informationsspeichers mit dem funktionsorientierten Stammdatenspeicher) und aufgabenorientierten Speicher (Projektlösungen unterschiedlichen Detaillierungsgrades) wird herausgearbeitet. Eine neue Begriffsdefinition der Projektierung kann formuliert werden. Da Projektieren immer Informationsverarbeitung beinhaltet, liegt es nahe, einige Grundlagen der rechnergestützten Projektierung (CAD-System) auszuarbeiten. Eine relativ eigenständige Aufgabe stellt die Entwicklung eines rechnergestützten Systems der Planung und Leitung (CAP-System) des Auftragsdurchlaufs im Projektierungsbereich dar. Für den Auftragsdurchlauf wird ein bedienungstheoretisches Modell erarbeitet. Auf seiner Basis wird unter Nutzung des Programmsystems SIMDIS-2 ein Simulationsprogrammsystem TESIM entwickelt. Es liegt in FORTRAN vor und läuft auf der EDV-Anlage ESER 1040. Das Simulationssystem gestattet einerseits Untersuchungen zum Einfluß veränderter Auftragssituationen und andererseits zum Einfluß der Projektierungsressourcen auf den Auftragsdurchlauf. Bei Implementierung des Simulators TESIM auf einem Personalcomputer lassen sich Effektivitätsverbesserungen im Dialog Leiter—Rechner erzielen.



Dr.-Ing. *Günter Müller* (41) studierte von 1964 bis 1969 an der TH „Otto von Guericke" Magdeburg (THM). Von 1969 bis 1972 übte er eine planmäßige Aspirantur mit Promotion A am Moskauer Energetischen Institut, Fakultät für Automatisierungs- und Rechentechnik, aus. Von 1972 bis 1980 arbeitete er als wissenschaftlicher Assistent an der THM, Sektion Technische Kybernetik und Elektrotechnik, WB Regelungstechnik und Prozeßsteuerungen. Von 1980 bis 1983 war er Projektingenieur für Prozeßrechentechnik im VEB Geräte- und Regler-Werke „Wilhelm Pieck" Teltow. Seit 1984 ist er wissenschaftlicher Oberassistent an der TH bzw. TU „Otto von Guericke" Magdeburg.
Dissertation B an der Fakultät für Technische Wissenschaften des Wissenschaftlichen Rates der TH Magdeburg. Magdeburg, 12. Dezember 1986.

Doktorand: Dr.-Ing. *G. Müller*

Vorsitzender der Verfahrenskommission: Prof. Dr. sc. nat. *E. Seiffart*

Gutachter: Prof. Dr. sc. techn. *P. Neumann*
Prof. Dr. sc. techn. *R. Müller*
Prof. Dr. sc. techn. *H. Töpfer*

Die Dissertation kann nur über die Bibliothek der TH Magdeburg entliehen werden.

msr 8644 Dr. sc. techn. *G. Müller*, Technische Universität „Otto von Guericke" Magdeburg, Sektion Technische Kybernetik und Elektrotechnik, PSF 124, Magdeburg, 3010.

msr BUCHBESPRECHUNGEN

Einführung in die Informationsverarbeitung. Von *G. Entreß* und *L. Entreß*. Berlin: VEB Verlag Technik 1986. 312 Seiten, 340 Bilder, 108 Tafeln, 23,50 M. Bestell-Nr.: 553469 8

Durch die schnelle Entwicklung der Informatik in den letzten zehn Jahren und die Ausbreitung der Mikrorechentechnik in alle Zweige der Volkswirtschaft ist ein großer Aus- und Weiterbildungsbedarf auf dem Gebiet der gerätetechnischen Grundlagen der digitalen Informationsverarbeitung entstanden. Autoren und Verlag bemühen sich dankenswerterweise, die auf diesem Fachgebiet vorhandene Lücke auf dem Büchermarkt zu schließen.
In dem im Rahmen von Lehrveranstaltungen entstandenen Buch wird eine große Stoffülle behandelt. Die Autoren wählten eine straffe verbale Darstellungsweise, die durch sehr viele Bilder und zahlreiche Tafeln ergänzt wird, so daß das Buch den Charakter eines Nachschlagewerkes erhält. Andererseits ist aber für jedes Kapitel eine beachtliche Anzahl von Übungsaufgaben angegeben. Ihre Lösungen sind beigefügt und liefern ergänzende Informationen. Dadurch ist das Buch auch zum Selbststudium geeignet.
Einige Bemerkungen zu den einzelnen Kapiteln: Die kurze Einführung verbirgt die wesentlichen Prinzipien etwas hinter den gewählten Beispielen. Es folgen, systematisch aufeinander aufbauend, Kapitel über allgemeine Grundlagen, Datenträger (die entsprechenden externen Speichergeräte werden aber erst bei den peripheren Geräten behandelt), Arbeitsspeicher und Prozessoren. Der Abschnitt zur Zentraleinheit bringt eine starke Betonung des ESER in das Buch. Weitere Kapitel widmen sich den Interfaces, der Peripherie (hier wird eine recht große Anzahl von Geräten und Wirkprinzipien dargestellt) und der Datenübertragung. Unklar ist, warum sich hier ein besonderer Abschnitt über Bauelemente anschließt. Solche Probleme hätten besser in die einzelnen Kapitel eingeordnet werden können, wie es im 2. Abschnitt (Grundlagen) begonnen wurde. Anschließend geben die Autoren einen Überblick über Rechnerarchitekturen, wobei der Teil über Programmierung entfallen könnte.
Die Einsatzbeispiele für Mikrorechner fügen sich schlecht in das Buchkonzept ein. Abschließende Kapitel beschäftigen sich kurz mit Fragen der Betriebssicherheit und der Leistungsbewertung von Rechenanlagen.
Zusammenfassend läßt sich einschätzen, daß hier ein interessantes Nachschlagewerk über Grundlagen der Rechentechnik angeboten wird, wenn auch leider unter einem irreführenden Titel. Es ist vor allem für Elektroniker von Interesse; für den Informatiker ist es zu detailliert.

B 2199 *D. Werner*

Lineare Kontrolltheorie. Von *H. W. Knobloch* und *H. Kwakernaak*. Berlin: Akademie-Verlag 1986. 269 Seiten, 22 Bilder, 78,— M.

Als Kontrolltheorie wird hier — in zu wörtlicher Übertragung des englischen „control theory" — die Theorie der Steuerung und Regelung dynamischer Systeme bezeichnet. Das Buch behandelt grundlegende Probleme des Reglerentwurfs für Regelstrecken, die durch lineare Zustandsgleichungen beschrieben werden. Von zentralem Interesse ist die Frage, welche Eigenschaften einem Regelkreis durch eine lineare Zustands- oder Ausgangsrückführung verliehen werden können.
Nach axiomatischer Einführung des Systembegriffs und Abgrenzung der Klasse der zu behandelnden Systeme wird als erstes Entwurfsziel die willkürliche Polvorgabe behandelt und dabei die grundlegende Rolle der Steuerbarkeit herausgestellt. Dual hierzu wird die Rekonstruierbarkeit (Beobachtbarkeit) eingeführt und daraus der Entwurf von dynamischen Beobachtern voller und reduzierter Ordnung abgeleitet. Die bei Mehrgrößensystemen verbleibenden Freiheitsgrade können zur Realisierung weiterer erwünschter Regelkreiseigenschaften genutzt werden.
So wird als weiteres Entwurfsziel die Störungsentkopplung gefordert, die durch Zustandsrückführung den Einfluß von Störungen auf den Systemausgang vollständig beseitigt. Die theoretische Basis hierfür ist die auf *Wonham* zurückgehende Theorie der Steuerungsinvarianz, die hier hinsichtlich Rechenfähigheit ausgebaut wird. Von großer praktischer Bedeutung ist die Frage, welches der genannten Entwurfsziele auch durch eine Ausgangsrückführung in Verbindung mit einem Beobachter erreicht werden kann. Eine Aussage über die Möglichkeit, äußere Störungen bestimmten Typs asymptotisch zu kompensieren, stellt dabei das „Prinzip der inneren Modellierung" dar.
Die optimale Regelung mit quadratischem Gütefunktional wird unter determinierten und stochastischen Bedingungen behandelt. Mit der optimalen Zustandsschätzung durch ein Kalman-Bucy-Filter und dem Beweis des Separationsprinzips wird ein befriedigender Abschluß der Theorie der optimalen Regelung auf der Basis einer Ausgangsrückführung erreicht.
Der Stoff wird tiefgründig, abgerundet und in mathematischer Strenge dargelegt. Durch Kommentare und Beispiele wird die Anschaulichkeit erhöht und damit einem breiten Leserkreis eine fundierte Behandlung der Synthese linearer Regler geboten.

B 2194 *H. L. Burmeister*

Nichtlineare Systemstatik. Von *V. I. Opojcev*. Moskau: Nauka 1986. 248 Seiten, 18 Bilder, 1 Tafel.

Unter dem Begriff der Systemstatik faßt der Autor das Verhalten im Gleichgewicht, in Sattelpunkten sowie verschiedenen ausgewählten Systemzuständen, die vorgegebenen Bedingungen genügen, zusammen. Untersuchungsgegenstand seiner Theorie sind die Existenz und die Eindeutigkeit der zu untersuchenden Zustände sowie die Abhängigkeit der Zustände und die Abhängigkeit von äußeren Einflußgrößen, aber auch Fragen der Aggregation und Dekomposition. Alle diese Fragen stehen am Anfang der Systemanalyse.
Anliegen der Publikation ist es, zu zeigen, daß die in verschiedenen Disziplinen auf der einzelwissenschaftlichen Betrachtungsebene (z. B. Ökonomie, Biologie, Soziologie, Technik) durchgeführten Untersuchungen und die angesammelten Methoden sich auf der Ebene der mathematischen Modellierung nicht mehr unterscheiden und ein und dieselbe Aufgabe lösen. Deshalb ist eine einheitliche Terminologie erforderlich. Eine Vielzahl mathematischer Methoden, die in den letzten Jahren entwickelt wurde, erweitern zudem die Anwendungssphäre sprunghaft und bringen die Untersuchung komplizierter Systeme einen wesentlichen Schritt vorwärts.
Die Publikation versucht, diese Erkenntnisse in einer einheitlichen Theorie der Systemstatik zu erfassen. Dazu werden im 1. Kapitel auf der Grundlage von Aufgaben aus Biologie, Ökonomie, Technik und Leitung ihre Gemeinsamkeiten auf der Ebene der Systemstatik herausgearbeitet. Danach wird der mathematische Apparat zur Lösung der Aufgaben entwickelt, wobei besondere Aufmerksamkeit der Existenz und Eindeutigkeit des Gleichgewichtszustands gewidmet wird. Ausgehend von den allgemeinen Systemeigenschaften ergibt sich eine Klassifikation der Systeme, die bei theoretischen Untersuchungen von großem Wert ist. Danach wird die Abhängigkeit des Gleichgewichtszustands von den Einflußgrößen (Steuerungen) untersucht, wobei zwischen der Analyse der Änderung des Gleichgewichtszustands unter der Einwirkung äußerer Einflußgrößen und der Änderung der Eigenschaften der Gleichgewichtszustände unterschieden wird. Abschließend behandelt der Autor für komplizierte Systeme mit vielen Elementen eine Modellierung analog der klassischen Thermodynamik und statistischen Physik.

B 2224 *J.-A. Müller*

FTK '85. Fertigungstechnisches Kolloquium. Schriftliche Fassung der Vorträge zum Fertigungstechnischen Kolloquium am 10./11. Oktober 1985 in Stuttgart. Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer-Verlag 1985. 159 Seiten.

Das Fertigungstechnische Kolloqium wird in 3jährigem Turnus durchgeführt. Veranstalter des Kolloquiums ist die Gesellschaft für Fertigungstechnik Stuttgart in Verbindung mit der VDI-Gesellschaft Produktionstechnik und den Fertigungstechnischen Instituten der Universität Stuttgart. Der für die Veranstaltung 1985 gewählte Themenkreis befaßt sich mit der flexiblen Automatisierung und den Wechselwirkungen zwischen Erzeugnis, Werkstoff und Verfahren.
Im Themenkreis „Flexible Fertigung" wurden neben Beiträgen zur Weiterentwicklung flexibler Fertigungssysteme Anwendererfahrungen vermittelt und Probleme des Industrierobotereinsatzes dargestellt. Im Themenkreis „Wechselwirkung zwischen Erzeugnis, Werktsoff und Verfahren" wurden anhand von Beispielen aus der Fahrzeugtechnik und der Feinwerktechnik Probleme der Werkstoffanwendung und des Einsatzes neuer Werkstoffe behandelt. Gleichsam wurde aus dem Bereich der Fertigung elektronischer Bauelemente der Zusammenhang zwischen Entwicklung, Fertigung und Qualitätssicherung dargestellt. Im Themenkreis „Informationstechnik" wurden ausgewählte Probleme der Softwareentwicklung erläutert. Die sich aus dem zunehmenden Einsatz der CAD/CAM-Technik ergebenden Schnittstellenprobleme und Erfahrungen beim Einsatz dieser Technik in der Entwicklung und Fertigung von Umformwerkzeugen waren Hauptschwerpunkte in diesem Themenkreis. Die schriftliche Fassung der Vorträge ermöglicht den Vergleich zum Entwicklungsstand. In diesem Zusammenhang sei auch auf das ausführliche Material des Internationalen Kongresses für Metallbearbeitung verwiesen, der im März 1986 in Karl-Marx-Stadt durchgeführt wurde und den Entwicklungsstand sowie die Entwicklungstrends im Bereich unserer Volkswirtschaft sichtbar machte.

B 2145 *K. Keller*

Sensoren in der textilen Meßtechnik. Herausgeber: *E. Schollmeyer* und *E. A. Hemmer*. Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer-Verlag 1985. 425 Seiten, 166 Bilder.

Das Buch ist der Tagungsbericht eines Symposiums für textiles Meß- und Prüfwesen. Es enthält neben den eigentlichen Vortragsmanuskripten auch meßtechnische Begriffsbildungen sowie verfahrens- und prüftechnische Gesichtspunkte für eine sich als höchst anspruchsvoll erweisende und eine Fülle von noch wenig befriedigend gelösten Problemen bietende Disziplin, die textile Meß- und Prüftechnik.
Nach einleitenden Beiträgen, die sicherlich als Information für den Textiltechniker gedacht sind, folgen zwei Beiträge über faseroptische Sensoren und optische Meßverfahren der Gewebeprüfung.
In weiteren Beiträgen werden Verfahren der Textilveredlung vorgestellt, die dort zu lösenden Meßaufgaben diskutiert sowie detaillierte Aussagen zur Prüfung von Textilien gemacht. Dabei wird deutlich, daß die textile Meß- und Prüftechnik eine Fülle von meßtechnisch hochinteressanten Problemen bietet, für die aus anderen Anwendungsgebieten bekannte Lösungen oft nicht nutzbar sind. Das kann in den Einsatzbedingungen begründet sein, hat aber wohl noch vordergründiger die Komplexität mancher der benutzten Kenngrößen als Ursache: Wie bewertet man die Reaktion von Textilien auf mechanische, thermisch-mechanische oder gasförmige Beanspruchungen einschließlich der Faser- und Verarbeitungsarten? Das führt auf mehrdimensionale Aufgabengrößen, die unter dem unscharfen Begriff „Qualität" subsummiert werden — für den Meßtechniker eine reizvolle Aufgabe!
Gerade deshalb sollte nicht nur der vom Fach her ohnehin beteiligte Textiltechniker, sondern auch ein an originellen Problemlösungen interessierter Meßtechniker das Buch zur Hand nehmen — es ist eine wertvolle Bereicherung der „Fachberichte Messen, Steuern, Regeln", in denen es als Band 12 erschienen ist.

B 2169 *W. Richter*

KURZFASSUNGEN

Müller, R.; Engmann, U.; Wolf, H.:

Aufbereitung und Prüfung der Aufgabenstellung — eine Voraussetzung für die Effektivität von CAD-Lösungen zur Projektierung automatischer Anlagen

msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 242—246

Die Nutzung von CAD-Lösungen bei der Projektierung von Automatisierungsanlagen erfordert exakte Aufgabenstellungen. Wie diese, ausgehend von meist groben Vorgaben, erreicht werden können, wird an ausgewählten Beispielen aufgezeigt. Die teilweise rechnerunterstützt präzisierten, mit dem Auftraggeber abgestimmten Aufgabenstellungen gestatten eine zügige und effektive Projektierung, ferner im weiteren Bearbeitungsablauf hohe Leistungssteigerungen, z. B. bei der Inbetriebnahme der Automatisierungsanlage auf mehr als das Zehnfache.

Heising, R.; Meischner, Chr.:

Rechnergestützte Bearbeitung der MSR-Stellenliste

msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 248—251

Es wird ein Programm zur Bearbeitung der MSR-Stellenliste mit nutzergesteuerter, interaktiver Arbeitsweise vorgestellt. Das Programm ermöglicht die Dateneingabe im Dialog, den Druck der MSR-Stellenliste und die Erzeugung einer maschinenlesbaren Datei.
Das Programm kann auf Bürocomputern A 5120/30 unter dem Betriebssystem SCPX 1526 abgearbeitet werden.

Stechert, H.:

Erarbeiten von Funktionsschaltplänen

msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 251—255

Mit Hilfe der vorgestellten CAD-Lösung können Funktionsschaltpläne am modifizierten Bürocomputer A 5120/A 5130 auf quasigrafischem Wege rationell erstellt, verwaltet und in den Zeichnungsformaten A4, A3 quer sowie A3 hoch mittels Grafikdrucker auf Papier ausgegeben werden. Bildelemente unterschiedlicher Komplexität, die als Stammdateien abgespeichert sind, können mit Methoden der Bildmanipulation zu einem Gesamtbild zusammengefügt werden.

Bennewitz, W.; Hoppe, T.; Leipold, R.:

Rechnergestützter Arbeitsplatz „Verdrahtung von Automatisierungsanlagen" — erste Erfahrungen aus der Entwicklung und der Einführung

msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 257—258 und 267

Anhand einer in Nutzung befindlichen Lösung zur rechnergestützten Bearbeitung eines ausgewählten Projektierungsabschnitts auf der Basis eines Bürocomputers werden die zu beachtenden Besonderheiten und die gewonnenen Erfahrungen bei der Entwicklung und bei der Einführung dargestellt und Schlußfolgerungen für folgende Lösungen gezogen.

Börner, U.; Nebe, J.:

Rechnergestützte Anfertigung von Ausrüstungslisten für Automatisierungsanlagen unter Verwendung des Bürocomputers A 5120/30

msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 259—261

Die Erstellung von Ausrüstungslisten für BMSR-Projekte ist ein weitgehend manueller und intuitiver Prozeß. Zur Unterstützung wird eine Softwarelösung vorgestellt, die es dem Projektanten gestattet, rechnerlesbare Daten über Bauteile für Automatisierungsanlagen interaktiv zu nutzen. Grundlage der Lösung ist die Aufbereitung des zentral gepflegten Datenbestandes für SKR-Anlagen und Bürocomputer.

Schmiele, J.:

Eine Schnittstellenbetrachtung für die Einführung von CAE-Systemen in den Automatisierungsanlagenbau

msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 268—272

Die Entstehung eines CAE-Systems kann in einem Schnittstellenbild dargestellt werden. Wichtig ist dafür die Einbeziehung der „menschlichen Informationssysteme". Die Auswertung des so dargestellten Einführungsvorganges läßt für eine breite Einführung solcher Systeme einen Standardisierungsbedarf erkennen. Für die Konzeptionsphase wird als Standardisierungsvorschlag eine Werkzeugentwurfsnotation vorgestellt und mit dem vorhandenen System „RUAP-MSR" verglichen.

Müller, G.:

Rechnergestütztes System der Planung des Auftragsdurchlaufs in der Projektierung von Automatisierungsanlagen

msr, Berlin 30 (1987) 6, S. 272—277

Der Projektierungsprozeß von MR-AA wird analysiert. Seine Beschreibung erfolgt mittels Bedienungstheorie. Nach der Struktur -und Funktionsanalyse des Auftragsdurchlaufs wird die Formalisierung und Modellierung des Bedienungssystems durchgeführt. Das erhaltene Bedienungsersatzschaltbild ist die Basis für die Programmierung und Simulation auf EDV-Anlagen. Der Aufbau rechnergestützter Planungs- und Leitungssysteme mit Personalcomputer wird in Zukunft möglich.

РЕЗЮМЕ

Müller, R.; Engmann, U.; Wolf, H.:

Подготовка и проверка формулирования задачи — предпосылка для эффективности решений машинного проектирования автоматических установок

msr, Berlin 30 (1987) 6, стр. 242—246

Применение решений машинного проектирования установок автоматизации требует точной формулировки задач. Исходя из, в большинстве случаев, грубых заданий показана на выбранных примерах возможность ее достижения. Формулирование согласованных с потребителем задач, частично уточненных при применении вычислительной машины, позволяет хорошее и эффективное проектирование, кроме того, в дальнейшем ходе обработки — высокое повышение производительности, напр. при пуске в эксплуатацию установки автоматизирования, до больше десятикратного.

Heising, R.; Meischner, Chr.:

Обработка позиционного перечня процессов измерения, управления и регулирования с применением ЭВМ

msr, Berlin 30 (1987) 6, стр. 248—251

Представлена программа обработки позиционного перечня процессов измерения, управления и регулирования с интерактивным принципом работы, управляемым пользователем. Программа обеспечивает ввод данных в диалоге, печатание позиционного перечня процессов измерения, управления и регулирования, а также генерирование машинно-считываемого файла. Программа может быть разработана на конторскис ЭВМ типа А 5120/30 с применением операционной системы SCPX 1526.

Stechert, H.:

Разработка принципиальных функциональных схем

msr, Berlin 30 (1987) 6, стр. 251—255

С помощью представленного решения машинного (автоматизированного) проектирования возможны рациональная разработка принципиальных функциональных схем на модифицированной конторской ЭВМ типа А 5120/А 5130 квазиграфическим путем, управление и выдача на бумагу при помощи графического печатаюещго устройства в форматах четрежа А 4, А 3 поперечно, а также А 3 вдоль. Элементы изображения различной комплексности, которые могут быть накоплены как основные файлы, возможно объединить в полное изображение с помощью методов манипуляции изображения.

Bennewitz, W.; Hoppe, T.; Leipold, R.:

Автоматизированное рабочее место „монтаж установок автоматизации" — первый опыт, накопленный из разработки и введения

msr, Berlin 30 (1987) 6, стр. 257—258 и 267

При помощи решения, находящегося в использовании для автоматизированной обработки выбранного раздела проектирования на основе конторской ЭВМ представлены учитываемые особенности и накопленный опыт при разработке и введении и сделаны выводы для будущих решений.

Börner, U.; Nebe, J.:

Автоматизированное изготовление перечней оборудования для установок автоматизации при применении конторской ЭВМ А 5120/30

msr, Berlin 30 (1987) 6, стр. 259—261

Разработка перечней оборудования для проектов измерения, управления и регулирования производственных процессов является широко ручным и интуитивным процессом. Для поддержки представлено решение программного обеспечения, которое позволяет проектанту интерактивное использование читываемых на ЭВМ данных о деталях установок автоматизации. Основой решения является обработка централько используемого запаса данных для установок СМ ЭВМ и конторских ЭВМ.

Schmiele, J.:

Рассматривание интерфейса для введения систем автоматизированной техники в сооружение автоматических установок

msr, Berlin 30 (1987) 6, стр. 268—272

Возникновением системы автоматизированной техники возможно изображать картину интерфейса. Для этого является важным включение „человеческих информационных систем". Оценка изображенного таким образом процесса введения дает узнавать потребность в стандартизации для широкого введения таких систем. Для фазы концепции как предложение по стандартизации представляется нотация разработки инструмента, которая сравнивается со существующей системой „RUAP-MSR"

Müller, G.:

Автоматизированная система планирования прохода директивы в области проектирования установок автоматизации

msr, Berlin 30 (1987) 6, стр. 272—277

Процесс проектирования MR-AA анализируется. Его описание производится посредством теории обслуживания. По анализу структуры и функции прохода директивы проводятся формализирование и моделирование системы обслуживания. Полученная эквивалентная схема обслуживания является основой программирования и моделирования на установках электронной обработки данных. В будущем построение систем планирования и управления при применении ЭВМ будет возможным с персональной ЭВМ.

SUMMARIES

Müller, R.; Engmann, U.; Wolf, H.:

Elaboration and Test of the Problem Statement — a Presupposition for Efficient CAD of Automation Plants

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 242—246

The application of CAD systems in the design of automation plants requires exact problem statements. The authors show by means of selected examples how such statements can be obtained on the basis of information usually rough. The problem statements elaborated in common with the customer and partially described by computer support allow a fast and efficient design as well as an increase in performance during the further treatment, e.g. up to more than the tenfold efficiency in the stage of starting the automation plant operation.

Heising, R.; Meischner, Chr.:

Computer-Aided Treatment of the Measuring and Control Point List

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 248—251

The authors present a program allowing to treat the measuring and control point list in an interactive way controlled by the user. The program realizes the dialog-oriented data input, the recording of the measuring and control point list, and the generation of a file ready to read by machine. The program can be run on the office computer A 5120/30 under the operating system SCPX 1526.

Stechert, H.:

Elaboration of Functional Block Diagrams

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 251—255

By means of the CAD software presented and the modified office computer A 5120/A 5130 functional block diagrams can be semigraphically established in a rational way, managed, and printed out via a graphic printer in the drawing sizes of A4, A3 oblong, and A3 upright. Image elements of different complexity stored as master files can be put together by methods of image manipulation to form a total image.

Bennewitz, W.; Hoppe, Th.; Leipold, R.:

CAD Working Station for Automation Plant Wiring — First Experiences from Development and Introduction into Practice

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 257—258 and 267

The authors present the particularities to be taken into account and the experiences gained in developing and introducing into practice a CAD system now in use for a selected design stage and derive conclusions for succeeding solutions.

Börner, U.; Nebe, J.:

Computer-Aided Establishment of the Equipment Lists for Automation Plants by Means of the Office Computer A 5120/30

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 259—261

The establishment of equipment lists for automation projects represents a process vastly manual and intuitive. For its support the authors present a software solution enabling the design engineer to use interactively computer-readable data of components for automation plants. The basis of the solution is the preparation of the data stock centrally maintained for SKR and office computers.

Schmiele, J.:

A Consideration of Interfaces in Introducing CAE Systems into the Fabrication of Automation Plants

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 268—272

The development of a CAE system can be represented in an interface scheme, the incorporation of the human information systems being important. The evaluation of the introductory process described in this way shows that there is a need of standardization with the large introduction of such systems. As a standardization proposal for the conception phase the author presents a tool design notation and compares it with the existing CAE system RUAP-MSR.

Müller, G.:

Computer-Aided System for Planning the Order Handling in the Design of Automation Plants

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 272—277

The design process of microcomputer-based automation plants is analysed, its description using the queueing theory. After the structural and functional analysis of the order handling the formalization and modeling of the queueing system are carried out. The equivalent queueing diagram obtained forms the basis for the computer programming and simulation. The realization of computer-supported planning and management systems by use of personal computers becomes possible in future.

RÉSUMÉS

Müller, R.; Engmann, U.; Wolf, H.:

L'élaboration et le test des demandes du problème — une supposition pour la conception efficance assistée par ordinateur des installations automatiques

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 242—246

L'emploi de systèmes CAO pour le projet des installations d'automatisation exige une formulation exacte du problème. Les auteurs montrent, à l'aide d'exemples choisis, comment une telle formulation peut être obtenue à partir d'informations souvent grossières. Les demandes élaborées en commun avec le client et partiellement décrites à l'aide de l'ordinateur permettent un projet rapide et efficace ainsi qu'une augmentation de performance pendant le traitement ultérieur, p.e. jusqu'à plus de l'efficacité décuple dans la mise en service de l'installation d'automatisation.

Heising, R.; Meischner, Chr.:

Le traitement assisté par ordinateur de la liste des points de mesure et de commande

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 248—251

Les auteurs présentent un programme pour le traitement interactif commandé par utilisateur de la liste des points de mesure et de commande. Le programme permet l'introduction des données par dialogue, l'impression de la liste des points de mesure et de commande et la génération d'un fichier lisible par machine. Le programme peut être exécuté sur l'ordinateur de bureau A 5120/30 sous le système d'exploitation SCPX 1526.

Stechert, H.:

L'élaboration des schémas fonctionnels

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 251—255

A l'aide du logiciel CAO présenté et de l'ordinateur de bureau modifié A 5120/A 5130, les schémas fonctionnels peuvent être établis semi-graphiquement d'une manière économique, manipulés et inprimés par imprimante graphique dans les formats de dessin A4, A3 en largeur et A3 en hauteur. Des éléments d'image de différente complexité mémorisés comme fichiers fondamentaux peuvent être mis ensemble par des méthodes de manipulation d'image pour former une image totale.

Bennewitz, W.; Hoppe, Th.; Leipold, R.:

Un poste de travail assisté par ordinateur pour le câblage des installations d'automatisation — de premières expériences du développement et de l'introduction dans la pratique

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 257—258 et 267

Les auteurs présentent les particularités à considérer et les expériences obtenues dans le développement et l'introduction dans la pratique d'un système CAO étant en utilisation pour une phase de projet choisie et dérivent des conclusions pour les solutions suivants.

Börner, U.; Nebe, J.:

L'établissement assisté par ordinateur des listes d'équipement pour les installations d'automatisation à l'aide de l'ordinateur de bureau A 5120/30

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 259—261

L'établissement des listes d'équipement pour les projets d'automatisation est un processus largement manuel et intuitif. Pour son support, les auteurs présentet une solution en logiciel permettant au projeteur d'utiliser d'une manière interactive des données lisibles par ordinateur des composants pour les installations d'automatisation. La base de la solution est la préparation des données maintenues centralement pour les ordinateurs SKR et de bureau.

Schmiele, J.:

Une considération des interfaces pour l'introduction des systèmes CAO dans la fabrication des systèmes d'automatisation

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 268—272

Le développement des systèmes CAO peut être représenté dans un schéma d'interfaces, l'incorporation des systèmes d'informations humains étant importante. L'évaluation du processus introductif décrit d'une telle manière montre le besoin de standardisation pour l'introduction large de tels systèmes. Comme proposition de standardisation pour la phase de conception, l'auteur présente une notation der projet d'outil et la compare avec le système CAO existant RUAP-MSR.

Müller, G.:

Un système assisté par ordinateur pour la planification du traitement des demandes dans la projection des installations d'automatisation

msr, Berlin 30 (1987) 6, pp. 272—277

Le processus de projection des installations d'automatisation basées sur micro-ordinateurs est analysé, sa description étant réalisée à l'aide de la théorie de temps d'attente. Après les analyses structurelle et fonctionnelle du traitement des demandes, la formalisation et la modélisation du système d'attente sont exécutées. Le diagramme d'attente équivalent obtenu forme la base pour la programmation et la simulation par ordinateur. La réalisation de systèmes assistés par ordinateur de planification et gestion à l'aide des ordinateurs personnels devient possible à l'avenir.

Hierbei handelt es sich um neue Titel aus der UdSSR, die dem sowjetischen Neuerscheinungsdienst „Novye knigi" entnommen sind. Die Bücher können über den Volksbuchhandel bestellt werden.

[1] *Drozdenko, K.; Curin, O.*: Praktika postroenlja grafičeskich dialogovych sistem (Praxis der Entwicklung grafischer Dialogsysteme). Višča škola (USSR). 4. Quart. 1987. NK 86–36 (43).

[2] *Furnžiev, Resat I.; Furunžiev, Riza I.; Gutlja, V.*: SAPR, ili Kak EVM pomogaet konstruktory (Systeme der automatisierten Projektierung oder wie die EDV-Anlage dem Konstrukteur hilft). Vyšejšaja škola (BSSR). 3. Quart. 1987. NK 86–36 (44).

[3] *Zvežinskij, S.*: Effektivnost' sistemy informacionnogo obespečenija naučno-techničeskich razrabotok (Effektivität von Systemen zur informationellen Versorgung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen). Izd-vo L'vov. un-ta (USSR). 3. Quart. 1987. NK 86–36 (45).

[4] Promyšlennye roboty v dejstvii (Industrieroboter in Handlung). Vyšejšaja škola (BSSR). 1. Quart. 1987. NK 86–36 (68).

[5] *Andrijanov, A.; Špak, I.*: Cifrovaja obrabotka informacii v izmeritel'nych priborach i sistemach (Digitale Informationsverarbeitung in Meßgeräten und Systemen). Vyšejšaja škola (BSSR). 3. Quart. 1987. NK 86–36 (69).

[6] *Anikeenko, V.; Kiselev, B.; Ubijkon', V.*: Programmirovanie na mikro-EVM (Programmierung auf Mikrorechnern). Vyšejšaja škola (BSSR). 4. Quart. 1987. NK 86–36 (70).

[7] *Cegelik, G.*: Optimal'naja organizacija dannych v sistemach mašinnoj obrabotki informacii (Optimale Datenorganisation in Systemen der maschinellen Informationsverarbeitung). Izd-vo L'vov. un-ta. (USSR). 2. Quart. 1987. NK 86–36 (72).

[8] Avtomatizacija proizvodstvennych processov v mašinostroenii i priborostroenii (Automatisierung von Produktionsprozessen im Maschinen- und Gerätebau). Izd-vo L'vov. un-ta. (USSR). 3. Quart. 1987. NK 86–36 (94).

[9] Avtomatizacija proektirovanija sistem elektrosnabženija (Automatisierung der Projektierung von Energieversorgungssystemen). Višča škola (USSR). 3. Quart. 1987. NK 86–36 (160).

[10] *Antipenskij, V.; Bilous'ko, V.*: Vyčislitel'nye mašiny i programmirovanija (Rechenmaschinen und Programmierung). Višča škola (USSR). 1. Quart. 1987. NK 86–36 (170).

[11] Sistemy upravlenija gibkim avtomatizirovannym proizvodstvom (Systeme der Steuerung flexibler automatisierter Produktion). Višča škola (USSR). 3. Quart. 1987. NK 86–36 (269).

[12] *Kostjuk, V.; Deško, A.; Ignatenko, B.*: Proektirovanie informacionnych modelej v gibkich sistemach (Projektierung von Informationsmodellen in flexiblen Systemen). Izd-vo Kiev. un-ta (USSR). 3. Quart. 1987. NK 86–39 (81).

[13] Mašinnaja obrabotka informacii. Vyp. 44 (Maschinelle Informationsverarbeitung. Ausg. 44). Izd-vo Kiev. un-ta. 2. Quart. 1987. NK 86–39 (124).

[14] Modeli i sistemy informacii. Vyp. 6 (Modelle und Systeme der Information. Ausg. 6). Izd-vo Kiev. un-ta (USSR). 1. Quart. 1987. NK 86–39 (127).

[15] Metodičeskie materialy po paketam prikladnych programm (Methodische Materialien zu Paketen von Anwenderprogrammen). Vyp. Paket prikladnych programm KLASTER (Anwenderprogrammpaket CLUSTER). 1. Quart. 1987. NK 86–42 (49). Vyp. Paket prikladnych programm CDS/ISIS/M (Paket von Anwenderprogrammen CDS/ISIS/M). 4. Quart. 1987. NK 86–42 (50).

[16] Perenosimaja operacionnaja sistema MIKROS dlja personal'nych mikro EVM (Übertragbares Operationssystem MIKROS für Personalcomputer). Meždunar. centr. nauč. i techn. informacii. 4. Quart. 1987. NK 86–42 (51).

[17] Sostojanie i razvitie gibkich proizvodstvennych sistem (Zustand und Entwicklung flexibler Produktionssysteme). Meždunar. centr. nauč. i techn. informacii. 2. Quart. 1987. NK 86–42 (52).

[18] Jazyki programmirovanija dlja promyšlennych robotov (Programmiersprachen für Industrieroboter). Meždunar. centr. nauč. i techn. informacii. 2. Quart. 1987. NK 86–42 (53).

[19] Sistemnye sredstva ES EVM i SM EVM (Systemunterlagen für EDV-Anlagen des ESER und SKR). Meždunar. centr. nauč. i techn. informacii. 2. Quart. 1987. NK 86–42 (85).

[20] Kompjuternaja optika i ee priloženija (Computeroptik und ihre Anwendung). Ausg. 1: 3. Quart. 1987. NK 86–42 (147); Ausg. 2: 4. Quart. 1987. NK 86–42 (148). Meždunar. centr. nauč. i techn. informacii.

[21] *Bervinov, V.*: Elektronika, mikroelektronika i avtomatika na železnodorožnom transporte (Elektronik, Mikroelektronik und Automatik im Eisenbahntransport). Transport. 1. Quart. 1987. NK 86–42 (306).

[22] Spravočnik po teorii avtomatičeskogo upravlenija (Nachschlagwerk zur Theorie der automatischen Steuerung). Nauka 2. Quart. 1987. NK 86–47 (55).

[23] Asimptotičeskie metody v issledovanii stochastičeskich modelej (Asymptotische Methoden in der Untersuchung stochastischer Modelle). In-t matematiki ANUSSR. 2. Quart. 1987. NK 86–47 (58).

[24] Issledovanija po teorii approksimacii funkcij (Untersuchungen zur Theorie der Approximation von Funktionen). In-t matematiki ANUSSR. 3. Quart. 1987. NK 86–47 (61).

[25] *Kuz'min, S.; Lipavskij, V.; Smirnov, P.*: Promyšlennye pribory i sredstva avtomatizacii v neftepererabatyvajuščej i neftechimičeskoj promyšlennosti (Industrielle Geräte und Mittel der Automatisierung in der erdölverarbeitenden und erdölchemischen Industrie). Chimija. 4. Quart. 1987. NK 86–47 (83).

[26] Matematičeskie voprosy kibernetiki i vyčislitel'noj techniki T. 18: Cifrovaja obrabotka izobraženij (Mathematische Fragen der Kybernetik und Rechentechnik. Band 18: Digitale Verarbeitung von Abbildungen). Izd-vo AN (ArmSSR). 4. Quart. 1987. NK 86–47 (95).

[27] *Avaliani, G.*: Evrističeskie metody v raspoznavanii obrazov (Heuristische Methoden in der Mustererkennung). Mecniereba (GruzSSR). 4. Quart. 1987. NK 86–48 (50).

[28] Matematičeskaja i techničeskaja kibernetika. (Mathematische und technische Kybernetik). Mecniereba (GruzSSR). 4. Quart. 1987. NK 86–48 (52).

[29] Avtomatizacija obrabotki gidrologičeskich dannych po režimu rek (Automatisierung der Verarbeitung hydrologischer Daten über Flußregime). Gidrometeoizdat. 2. Quart. 1987. NK 86–48 (64).

[30] *Vasil'ev, G.; Chekalov, V.*: Robot v ceche (Roboter in der Produktionsabteilung). Mosk. rabočij. 1. Quart. 1987. NK 86–48 (117). msr 8677

messen · steuern · regeln

Herausgeber: Kammer der Technik, Wissenschaftlich-Technische Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik (WGMA)

Verlag: VEB Verlag Technik. Oranienburger Str. 13/14, PSF 201, Berlin, DDR-1020, Telegrammadresse: Technikverlag Berlin; Telefon: 28700; Telex: 0112228 techn dd

Verlagsdirektor: Dipl.-Ing. *Klaus Hieronimus*

Redaktion: Dr.-Ing. *Dietrich Werner*, Verantwortlicher Redakteur (Telefon: 2870362)
Dr.-Ing. *Jürgen Wede*, Redakteur (Telefon: 2870374)

Gestaltung: *Karen Wohlgemuth* (Telefon: 2870288)

Lizenz-Nr.: 1112 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

AN (EDV): 15936

Erscheinungsweise: monatlich 1 Heft

Heftpreis: 4,— M, Abonnementpreis vierteljährlich 12,— M; Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebs BUCHEXPORT zu entnehmen.

Gesamtherstellung: VEB Druckerei „Thomas Müntzer", Bad Langensalza, 5820

Anzeigenannahme: Für Bevölkerungsanzeigen alle Anzeigen-Annahmestellen in der DDR, für Wirtschaftsanzeigen der VEB Verlag Technik, Oranienburger Str. 13/14, PSF 201, Berlin, 1020. Anzeigenpreisliste Nr. 7; Auslandsanzeigen: Interwerbung GmbH, Hermann-Duncker-Str. 89, Berlin, DDR-1157

Erfüllungsort und Gerichtsstand: Berlin-Mitte.

Bezugsmöglichkeiten:

DDR: sämtliche Postämter

SVR Albanien: Direktorije Quendrore e Perhapjes dhe Propaganditit te Librit Rruga Konference e Pezes, Tirana

VR Bulgarien: Direkzia R.E.P., 11a, Rue Paris, Sofia

VR China: China National Publications Import and Export Corporation, West Europe Department, P.O. Box 88, Beijing

ČSSR: PNS — Ústřední Expedicia a Dovoz Tisku Praha, Slezska 11, 12000 Praha 2; PNS, Ústredná Expedicia a Dovoz Tlače, Posta 022 88547 Bratislava

SFR Jugoslawien: Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27, Beograd; Izdavačko Knjižarsko Produzeće MLADOST, Ilica 30, Zagreb

Koreanische DVR: CHULPANMUL Korea Publications Export & Import Corporation, Pyongyang

Republik Kuba: Empresa de Comercio Exterior de Publicaciones, O'Reilly No. 407, Ciudad Habana

VR Polen: C.K.P. i W. Ruch, Towarowa 28, 00-958 Warszawa

SR Rumänien: D.E.P. Bucureşti, Piata scienteii, Bucureşti

UdSSR: Städtische Abteilungen von Sojuzpečat oder Postämter und Postkontore

Ungarische VR: P.K.H.I., Külföldi Elöfizetései Osztály, P.O. Box 16, 1426 Budapest

SR Vietnam: XUNHASABA, 32, Hai Ba Trung, Hanoi

BRD und Berlin (West): ESKABE Kommissions-Grossobuchhandlung, Postfach 36, 8222 Ruhpolding/Obb.; Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, Eichborndamm 141—167, Berlin (West) 52; Kunst und Wissen Erich Bieber OHG, Postfach 46, 7000 Stuttgart 1; Gebrüder Petermann, BUCH + ZEITUNG INTERNATIONAL, Kurfürstenstraße 111, Berlin (West) 30

Österreich: Helios Literatur-Vertriebs-GmbH & Co. KG, Industriestraße B 13, A-2345 Brunn am Gebirge

Schweiz: Verlagsauslieferung Wissenschaft der Freihofer AG, Weinbergstr. 109, 8033 Zürich

Alle anderen Länder: örtlicher Buchhandel; BUCHEXPORT Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Postfach 160, Leipzig, DDR-7010 und Leipzig Book Service, Talstraße 29, Leipzig, DDR-7010.

Abnahmebedingungen

Die Redaktion veröffentlicht nur solche Beiträge, die noch an keiner anderen Stelle des In- und Auslandes in dieser Form erschienen sind oder bis zur Veröffentlichung erscheinen werden und die die Verfasser bis zum Ablauf des ersten, dem Erscheinen folgenden vollen Kalenderjahres an keiner anderen Stelle veröffentlichen, ohne hierzu vorher die Zustimmung der Redaktion der Zeitschrift eingeholt zu haben. Mit der Abnahme und Veröffentlichung des Manuskriptes geht das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder auf den Verlag über. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung der Redaktion nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme u. a. von Heften der Zeitschrift, einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen. Ferner behält sich die Redaktion Änderungsvorschläge nach der Durcharbeitung der Beiträge vor. Beiträge müssen eine Kopie der Veröffentlichungsfreigabe des Betriebes bzw. der Institution enthalten.
Richtlinien für die Manuskriptgestaltung sind dem Heft 1 (S. 28) messen · steuern · regeln 1987 zu entnehmen bzw. werden von der Redaktion auf Anfrage zugesandt. Die Einhaltung dieser Gesichtspunkte garantiert eine sofortige Bearbeitung und verzögerungsfreie Veröffentlichung der Arbeit in der Zeitschrift.

6. Arbeitstagung „Algorithmisierte Prozeßanalyse"

Die Abteilung „Regelungssysteme" des ZKI der AdW der DDR veranstaltet gemeinsam mit dem Fachunterausschuß „Prozeßanalyse und Modellbildung" der WGMA sowie der Arbeitsgruppe „Regelungstheorie" des Kooperationsrates „Technische Kybernetik" am

28. und 29. September 1987 in Dresden

die o. a. Tagung.
Auf dieser Arbeitstagung werden Probleme der experimentellen und theoretischen Prozeßanalyse diskutiert, neue Methoden zu ihrer Lösung vorgestellt und deren rechentechnische Realisierung auf Klein- und Mikrorechnern gezeigt.
Das vorläufige wissenschaftliche Programm sieht u. a. Vorträge zu folgenden Themen vor:

— Identifikation — Stand und Entwicklungsrichtungen
— Rekursive Parameterschätzverfahren — Stand und Perspektiven
— Stackelberg-Strategien zur Steuerung komplexer Systeme mit hierarchischer Entscheidungsstruktur — Probleme und Methoden
— Darstellung von Methoden zur digitalen Filterung und Glättung von Signalen
— Theoretische Probleme der Fuzzy-Modellierung
— Beratungs-/Expertensystem mit unscharfen Klassifikatoren und Klassifikatornetze
— Multimodellbildungsverfahren auf der Basis der automatischen Klassifikation
— Zweistufiges Verfahren zur Identifikation linearer dynamischer Systeme vom SISO-Typ für kurzperiodische Testfolgen
— Eine Variante der Identifikation multivariater Systeme im geschlossenen System unter Nutzung der Strukturinformation
— Maximum-Likelihood-Schätzung für unterschiedliche Störverteilungen
— Verallgemeinerte Prädiktorregelung für eine bestimmte Klasse von Totzeitsystemen — Anforderungen an die Prozeßmodellierung
— Mikrorechner-Testsignalentwurfs- und Generierungssystem für die experimentelle Prozeßanalyse
— Mikrorechner-Implementierung von MKQ-Algorithmen zur Parameterschätzung in adaptiven Systemen
— PROIDENT — ein Programmsystem zur Regelstreckenanalyse
— Dialogorientiertes Programmpaket zur experimentellen Prozeßanalyse auf Mikrorechnern
— Programmpaket zur Identifikation rückgekoppelter Mehrgrößensysteme im Frequenzbereich auf Kleinrechnern
— Prozeßanalyse von Fertigungsprozessen im Rahmen der Softwareentwicklung für rechnergestützte Fertigungssteuerungen
— Analyse und Vorhersage des monatlichen Elektroenergieverbrauchs im VE Fischhandel
— Experimentelle Ermittlung linearer Modelle zur Beschreibung der gesteuerten Schiffsbewegung.

Die Organisation der Tagung erfolgt durch die Abteilung „Regelungssysteme" des ZKI der AdW der DDR.

Tagungszeitpunkt: 28. und 29. September 1987
Tagungsort: Deutsches Hygiene-museum in der DDR Gartensaal 8010 Dresden, Lingnerplatz 1
Tagungsbüro: 8.30—18.00 Uhr im Hygienemuseum Tel. 4952225
Tagungsgebühr: 60,— M (außer für Referenten) in bar im Tagungsbüro zu bezahlen
Eröffnung der Tagung: 10.00 Uhr
Tagungsleitung: Dr. sc. techn. *H.-H. Wilfert*
Verantwortlich für die Vorbereitung: Dr. sc. techn. *G. Bretthauer*
Tagungsmeldung: bis 15. August 1987.

Erfolgt vom Veranstalter bis zum 11. September 1987 keine Absage, gilt die Anmeldung als bestätigt.

Übernachtungsmöglichkeiten stehen für die Nacht vom 28. zum 29. September 1987 und im beschränktem Umfang für die Nacht vom 27. zum 28. September 1987 zur Verfügung.

Eine Annullierung der bestellten Übernachtung ist nur bis zum 4. September 1987 möglich.

Anfragen, die sich auf die Arbeitstagung beziehen, richten Sie bitte an:

Akademie der Wissenschaften der DDR
Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse

Abteilung Regelungssysteme
Haeckelstraße 20, Dresden, 8027

Herrn Dr. sc. techn. *G. Bretthauer*,
Tel. Dresden 4 63 28 45
Frau *Lewenhardt*,
Tel. Dresden 4 63 31 63.

XIV. Fachtagung Elektronische Stromversorgungstechnik

Am 1. Oktober 1987 findet die o. g. nationale Fachtagung in Berlin, Kongreßhalle Alexanderplatz, statt.

Veranstalter:
Fachverband Elektrotechnik in der Kammer der Technik
Fachausschuß 14 Steuerungs- und Regelungstechnik.

Inhaltliche Schwerpunkte:
— Einflußnahme auf die beschleunigte Erweiterung des Einsatzes von Schaltnetzteilen und anderen modernen Stromversorgungskonzeptionen in Geräten und Anlagen der Investitions- und Konsumgütertechnik, insbesondere im Zusammenhang mit dem Einsatz der Mikroelektronik
— Vorstellung moderner Lösungen, die zu hohen Einsparungen von Material und Energie führen
— Erfüllung des Informationsbedürfnisses über Stand und Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der elektronischen Stromversorgungstechnik
— Darstellung der Funktion und des Einsatzes neuer Bauelemente, speziell von Schaltkreisen, in Schaltnetzteilen und anderen Stromversorgungsgeräten
— Erfahrungen beim Einsatz neuentwickelter Geräte
— Erläuterung perspektivischer Schaltungskonzeptionen und der damit verbundenen Besonderheiten und Probleme.

Teilnahmemeldungen sind **schriftlich** zu richten an:
Kammer der Technik
— Präsidium —
Fachverband Elektrotechnik
PSF 1315
Berlin
1086.

VII. Oberflächenkolloquium

Der Wissenschaftsbereich Fertigungstechnik der Sektion Fertigungsprozeß und Fertigungsmittel der Technischen Universität Karl-Marx-Stadt führt gemeinsam mit der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik in der Kammer der Technik vom 8. bis 10. Februar 1988 in der Stadthalle Karl-Marx-Stadt das VII. Oberflächenkolloquium mit internationaler Beteiligung durch.
Das Kolloquium steht unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. *H. Trumpold.*

Schwerpunkte des Kolloquiums sind:
1. Tolerierung von Form- und Lageabweichungen sowie Oberflächenrauheit unter funktionellen und fertigungstechnischen Aspekten
2. Messung von Form- und Lageabweichungen
   — Messung am bewegten Werkstück und im automatisierten Fertigungsprozeß
   — rechnergestützte Messung und Auswertung
   — Messung mit Koordinatenmeßgeräten
3. Neue Verfahren zur Messung und Auswertung der Oberflächenrauheit
   — optoelektronische Messung der Rauheit
   — Rauheitsmessung am bewegten Werkstück
   — Trennung von Rauheit, Welligkeit und Formabweichung
4. Tolerierung und Messung von Gestaltabweichungen an Bauelementen der Mikroelektronik
5. Oberflächenintegrität
   Erfassung der Gesamtheit der geometrischen und physikalischen Eigenschaften von Oberflächen und Oberflächengrenzschichten.

Haupteinladungen sind anzufordern bei
Technische Universität Karl-Marx-Stadt
Sektion Fertigungsprozeß und Fertigungsmittel
Wissenschaftsbereich Fertigungsmeßtechnik
Postschließfach 964
Karl-Marx-Stadt
9010.

ISSN 0026-0347, mess., steuern, regeln
Berlin 30 (1987) 6, S. 241—288

Neuerscheinungen



Systemanalyse und mehrkriterielle Entscheidung

Von Dr. sc. techn. Jochen Ester

216 Seiten, 157 Bilder, 15 Tafeln, Kunstleder, DDR 28,— M, Ausland 38,— DM. Bestellangaben: 5537274/Ester, Entscheidung

Die Polyoptimierung wird in die umfassendere Problematik der rechnergestützten mehrkriteriellen Entscheidungshilfsmittel eingebettet. Erstmalig werden die Beziehungen zwischen Entscheidungsfindung und modernen Konzeptionen der Systemtheorie (z. B. Fuzzy-Systeme) geschlossen dargestellt. Dabei wird eine Brücke geschlagen zwischen den heuristischen, ingenieurmäßigen Verfahren und den streng mathematischen Verfahren. Für den mathematisch weniger Geübten werden weitergehende Erläuterungen gegeben. Die Anwendungen dienen der Illustration der behandelten Methoden; sie zeigen, welche Effekte durch zweckmäßige Auswahl der Methoden erzielt werden können und auf wieviel verschiedenen Gebieten die mehrkriterielle Betrachtungsweise angewendet werden kann.
Die Anwendung dieser Methoden hat große ökonomische Bedeutung für die Volkswirtschaft.
Gliederung:
Einführung · Der Kompromiß — Hauptproblem der mehrkriteriellen Entscheidung · Formale Beschreibung des Problems · Grundsätzliche Lösungswege · Theoretische Grundlagen · Ermittlung der Paretomenge · Entscheidungshilfen — Decision Support Systems · Anwendungen · Zusammenfassung und Ausblick.

TECHNIK-WÖRTERBUCH

Hochenergiephysik

Englisch-Deutsch-Französisch-Russisch

Zusammengestellt von Dipl.-Math. Ralf Sube

164 Seiten, Kunstleder, DDR 22,— M, Ausland 36,— DM. Bestellangaben: 5537645/Sube, Hochenergiephysik

Mit etwa 4500 Wortstellen u.a. aus den Gebieten Elementarteilchen, Feldtheorien, Nachweis und Messung von Elementarteilchen, Teilchenbeschleuniger und deren Untergebieten. Das Wortgut entspricht dem derzeitig wissenschaftlichen Stand des Fachgebiets und zeichnet sich durch hohe fachspezifische Genauigkeit aus.
Zusammen mit den vom gleichen Autor erschienenen Bänden „Kerntechnik" (Bestellnummer 5533572) und „Strahlenschutz, Strahlenbiologie, Nuklearmedizin" (Bestellnummer 5534794) ist nun das Gesamtgebiet der Kernphysik und ihrer Anwendungen erfaßt.

Bereits lieferbar in dritter Auflage:

TECHNIK-WÖRTERBUCH

Mathematik

Englisch-Deutsch-Französisch-Russisch

Zusammengestellt von Dipl.-Math. Ralf Sube und Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Eisenreich

In zwei Bänden. 1460 Seiten, Kunstleder, Bände I/II DDR 120,— M, Ausland 140,— DM. Bestellangaben: 5532617/Sube, Wb. Mathematik

Mit etwa 35000 Wortstellen aus allen mathematischen Disziplinen.

Auslieferung durch den Fachbuchhandel



VEB VERLAG TECHNIK BERLIN